

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.В. Гондлях

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату»

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЛУ-71мп

Смірнов Денис Євгенійович _____

Керівник:

доц. каф. ХПСМ, к.т.н. Коваленко І.В. _____

Консультант з розділу модернізація:

доц. каф. ХПСМ, д.т.н. Щербина В.Ю. _____

Консультант з розділу технологія монтажу та експлуатації:

ст.викл. каф. ХПСМ Борщик С.О. _____

Консультант з розділу механотроніка:

доц. каф. гідравліки і механотроніки, к.т.н. Левченко О.В. _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація – Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях

« ____ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Смірнову Денису Євгенійовичу

1. Тема дисертації «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату», науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Коваленко Ігор Валентинович, затверджені наказом по університету від «12» листопада 2018 р. №4139-с

2. Термін подання студентом дисертації: 13.12.2018

3. Об'єкт дослідження: лінія фасування рідин

4. Вихідні дані: продуктивність $P=2500$ Пл/год; напруга живлячої мережі $V=220$ В; частота в мережі $\eta=50$ Гц; встановлена потужність $P=11,8$ кВт; середня споживана потужність $P_c=1,83$ кВт; кінематична продуктивність $P_k=41$ пл/хв; ємність пляшки $V_{пл}=0,25-0,5$ л; висота пляшки $H_{пл}=0,15-0,3$ м; діаметр пляшки $d_{пл}=0,05-0,1$ л; товщина стінки пляшки $h_{пл} \geq 2$ мм; зовнішній діаметр горличка пляшки $D_3=0,025-0,04$ м; внутрішній діаметр горличка пляшки $D_{вн} \geq 10$ мм; рідина фасування – бензол.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки», «Технологія монтажу та експлуатації» та «Механотроніка». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення та галузь застосування лінії», «Технічні характеристики базової машини», «Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання,

обґрунтування запропонованої модернізації», «Охорона праці та навколишнього середовища», «Розробка стартап-проекту», «Висновки», «Перелік посилань».

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: _____

Лист 1. Лінія фасування рідин у скляні пляшки. А1

Лист 2. Розливний автомат. А1

Лист 3. Автомат для вилучення пляшок з ящиків. А1

Лист 4. Штampuючо-укупорювальний автомат. А1

Лист 5. Розливний автомат (модернізація). А1

Лист 6. Пластинчатий транспортер (модернізація). А1

Лист 7. Лінія фасування рідин у скляні пляшки. Механотроніка. А1

Лист 8. Розрахунок на міцність пляшки в системі ВЕСНА. А1

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези на VIII Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» (13-14 грудня 2018р.)

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Технологія монтажу та експлуатації	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		
Механотроніка	Левченко О.В., доцент каф. гідравліки і механотроніки		

9. Дата видачі завдання: 31.08.2018

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання для магістерської дисертації	31.08.2018	
2	Проходження переддипломної практики	03.09-28.10.2018	
3	Здійснення пошуку патентів	29.10-04.11.2018	
4	Обґрунтування модернізації	05.11-11.11.2018	
5	Виконання розділу «Пояснювальна записка»	12.11-18.11.2018	
6	Виконання розділу «Розрахунки»	19.11-25.11.2018	
7	Виконання розділу «Технологія монтажу та експлуатації»	26.11-02.12.2018	
8	Виконання розділу «Механотроніка»	03.12-09.12.2018	
9	Побудова креслень в графічному редакторі «AutoCad»	10.12-16.12.2018	
10	Здача магістерської дисертації	18.12.2018	

Студент

Д.Є. Смірнов

Науковий керівник дисертації

І.В. Коваленко

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	
Реферат з ключовими словами (російська мова).....	
Реферат з ключовими словами (іноземна мова).....	
Перелік умовних позначень.....	
Пояснювальна записка (ПЗ).....	
Розрахунки (РР).....	
Технологія монтажу та експлуатації (ТМ та Е).....	
Загальні висновки.....	
Додатки.....	
Додаток А. Експлікація технологічної схеми лінії фасування рідин у скляні пляшки.....	
Додаток Б. Специфікації.....	
Додаток В. Таблиця розглянутих патентів.....	
Додаток Г. Параметричні розрахунки на мові програмування FORTRAN.....	
Додаток Д. Тези.....	

					ЛУ71.109162.00-90							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Смірнов Д.Є.			Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного авомату				Лім.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Коваленко І.В.									1	
Н. Контр.												
Затв.		Гондляр О.В.										
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ							

РЕФЕРАТ

Розроблено магістерську дисертацію на тему «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату».

Метою дисертації є модернізація розливного автомату та пластинчастого транспортеру лінії фасування рідин у скляні пляшки. Магістерська дисертація вміщує «Пояснювальну записку», що складається з 6 розділів. Загальний обсяг магістерської дисертації становить: __ с., __ рис., __ табл., __ джерел та __ креслень.

Дисертація містить призначення та галузь застосування лінії фасування рідин у скляні пляшки.

У роботі надані технічні характеристики, розглянуто базові конструкції і принцип дії основних частин лінії фасування рідин у скляні пляшки, виконані параметричні, кінематичні та розрахунки на міцність, які підтверджують працездатність та надійність конструкції лінії та розрахунки виконані за допомогою мови програмування «СІ».

В дисертації було зроблено літературно-патентний пошук конструкцій лінії фасування рідин у скляні пляшки з метою обрання варіанту модернізації розливного автомату та пластинчастого транспортеру. Модернізація розливного автомату виконана шляхом приєднання штамповочної голівки, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок, який дозволяє зупинити випаровування рідини та зменшує їх вплив на людей та оточуюче середовище. Модернізація пластинчастого транспортеру полягає у встановленні на пластини роликів оснащених шарикопідшипниками, котрі котяться при русі пластин, які дозволяють зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшити енергоємність транспортера та забезпечують можливість транспортування вантажів на великі відстані.

Також у магістерській дисертації розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці, виконано розділи технології монтажу та

експлуатації черв'ячного редуктора та розливного автомату лінії фасування рідин у скляні пляшки і механотроніка розливного автомату.

Ключові слова: ЛІНІЯ ФАСУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, БЕНЗОЛ, РОЗЛИВНИЙ АВТОМАТ, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ РЕДУКТОР, ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТРАНСПОРТЕР, МЕХАНОТРОНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ

РЕФЕРАТ

Разработана магистерская диссертация на тему «Линия фасовки жидкостей в стеклянные бутылки с модернизацией разливного автомата».

Целью диссертации является модернизация разливного автомата и пластинчатого транспортера линии фасовки жидкостей в стеклянные бутылки. Магистерская диссертация содержит «пояснительную записку», состоящий из 6 разделов. Общий объем магистерской диссертации составляет: __ с., __ рис., __ табл., __ источников и __ чертежей.

Диссертация содержит назначение и область применения линии фасовки жидкостей в стеклянные бутылки.

В работе представлены технические характеристики, рассмотрены базовые конструкции и принцип действия основных частей линии фасовки жидкостей в стеклянные бутылки, выполнены параметрические, кинематические и прочностные расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции линии и расчеты выполнены с помощью языка программирования «СИ».

В диссертации было сделано литературно-патентный поиск конструкций линии фасовки жидкостей в стеклянные бутылки с целью избрания варианта модернизации разливного автомата и пластинчатого транспортера. Модернизация разливного автомата выполнена путем присоединения штамповочной головки, которая в середину горлышка бутылки запечатывает полиэтиленовый колпачок, который позволяет остановить испарение жидкости и уменьшает ее влияние на людей и окружающую среду. Модернизация пластинчатого транспортера состоит в установлении на пластины роликов, оснащенных шарикоподшипниками, которые катятся при движении пластин, которые позволяют уменьшить трение между пластиной и несущими направляющими, уменьшить энергоемкость транспортера и обеспечивают возможность транспортировки грузов на большие расстояния.

Также в магистерской диссертации рассмотрено соответствие разрабатываемой машины требованиям охраны труда, выполнено разделы технологии монтажа и эксплуатации червячного редуктора и разливного автомата

линии фасовки жидкостей в стеклянные бутылки и механотроника разливного автомата.

Ключевые слова: ЛИНИЯ ФАСОВКИ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТЫ, БЕНЗОЛ, РАЗЛИВНОЙ АВТОМАТ, ЧЕРВЯЧНЫЙ РЕДУКТОР, ПЛАСТИНЧАТЫЙ ТРАНСПОРТЕР, МЕХАНОТРОНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

ABSTRACT

A master's dissertation on a theme "The line of filling of liquids in glass bottles with modernization of a vending machine" has been developed.

The purpose of the dissertation is to modernize the filling machine and the plate conveyor of the line of filling the liquids in glass bottles. The master's dissertation contains the "Explanatory note", which consists of 6 sections. The total volume of the master's dissertation is: __ p., __ rice, __ tables, __ sources and __ drawings.

The dissertation contains the purpose and field of application of a line of filling of liquids in glass bottles.

In this work the technical characteristics are given, the basic constructions and the principle of the main parts of the line of filling of liquids in glass bottles are considered, parametric, kinematic and reliability calculations are carried out, which confirm the efficiency and reliability of the design of the line and the calculations are performed using the programming language "C++".

In the dissertation the literary-patent search of structures of a line of filling of liquids in glass bottles was made in order to choose the variant of modernization of a vending machine and a plate conveyor. The modernization of the filling machine is accomplished by attaching a stamping head, which in the middle of the turtle of the bottle stamps a polyethylene cap that allows you to stop the evaporation of the liquid and reduce its impact on humans and the environment. The modernization of the lamellar conveyor consists of rollers fitted to the plates equipped with ball bearings, which roll when moving the plates, which allow to reduce the friction between the plate and the bearing guides, reduce the energy intensity of the conveyor and provide the possibility of transporting goods over long distances.

Also in the master's dissertation the conformity of the machine to the requirements of labor protection is considered, sections of the technology of installation and operation of the worm gearbox and the filling machine of the line of filling of liquids in glass bottles and the mechatronics of the vending machine are executed.

Keywords: THE LINE OF FILLING, MODERNIZATION, CALCULATIONS, BENZOLE, LUMINATING AUTOMATHY, BLOOD REDUCTOR, PLASTIC TRANSPORT, MECHANOTRONICS, INSTALLATION AND OPERATION TECHNOLOGY

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

P – продуктивність, Пл/год;

V – напруга живлячої мережі, В;

Π - частота в мережі, Гц;

P – встановлена потужність, кВт;

P_C – середня споживана потужність, кВт;

P_K – кінематична продуктивність, пл/хв;

$V_{ПЛ}$ – ємність пляшки, л;

$H_{ПЛ}$ – висота пляшки, м;

$d_{ПЛ}$ – діаметр пляшки, м;

$h_{ПЛ}$ – товщина стінки пляшки;

D_3 – зовнішній діаметр горличка пляшки, м;

$D_{ВН}$ – внутрішній діаметр горличка пляшки.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА (ПЗ)

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Призначення та галузь застосування лінії фасування рідин у скляні пляшки.....	4
2 Технічна характеристика лінії фасування рідин у скляні пляшки	5
3 Опис лінії фасування рідин у скляні пляшки, її основних частин та принципу дії.....	7
3.1 Опис конструкції та принцип дії пластинчастого транспортера	8
3.2 Опис конструкції та принцип дії автомату для вилучення скляних пляшок з ящиків.....	9
3.3 Опис конструкції та принцип дії розливного автомату	10
3.4 Опис конструкції та принцип дії штампуючо-укупорювального автомата.....	13
3.5 Опис конструкції та принцип дії бракеражного автомату.....	15
3.6 Опис конструкції та принцип дії етикетувального автомату.....	16
3.7 Опис конструкції та принцип дії автомата для завантаження пляшок в ящики	17
4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування модернізованої лінії фасування рідин у скляні пляшки	18
4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій лінії фасування рідин у скляні пляшки.....	18
4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації розливного автомату лінії фасування рідин у скляні пляшки	28
4.3 Обґрунтування вибору варіанту модернізації пластинчастого транспортеру лінії фасування рідин у скляні пляшки	31

					<i>ЛУ71.109166.001-90ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Смірнов Д.Є.						
Перевір.		Коваленко І.В.					1	57
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Н. Контр.								
Затв.		Гондляр О.В.						

5	Механотроніка.....	32
5.1	Опис роботи розливного автомату.....	32
5.2	Розгляд функціональних модулів.....	32
5.2.1	Функціональний модуль 1 (ФМ1).....	32
5.2.2	Функціональний модуль 2 (ФМ2).....	33
5.2.3	Функціональний модуль 3 (ФМ3).....	34
5.2.4	Функціональний модуль 4 (ФМ4).....	35
5.2.5	Функціональний модуль 5 (ФМ5).....	36
5.2.6	Функціональний модуль 6 (ФМ6).....	36
5.2.7	Функціональний модуль 7 (ФМ7).....	37
5.2.8	Функціональний модуль 8 (ФМ8).....	38
5.3	Виконання розробки логіки.....	39
5.4	Керуючі команди.....	42
6	Охорона праці та навколишнього середовища	46
6.1	Небезпека ураження електричним струмом.....	46
6.2	Виробничий шум.....	47
6.3	Виробнича вібрація.....	48
6.4	Виробниче освітлення.....	49
6.5	Повітря робочої зони.....	49
6.6	Пожежна небезпека.....	50
7	Розробка стартап-проекту	51
7.1	Опис ідеї стартап-проекту.....	51
7.2	Технологічний аудит ідеї стартап-проекту.....	53
7.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	53
7.4	Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту.....	54
	Висновки	56
	Перелік посилань	57

ВСТУП

В даний час розвиток пакувальної промисловості характеризується реконструкцією, технічним переоснащенням діючих, а також будівництвом нових, сучасних підприємств. Перехід до нових економічних відносин в країні потребує пришвидшення науково-технічного прогресу, впровадження нових видів обладнання і технологій з ціллю підвищення якості упаковки і продуктивності праці. До одного із головних напрямків в пакувальній індустрії являється фасування рідини у пляшки.

Принцип роботи лінії фасування рідин у скляні пляшки полягає у послідовному виконанні необхідних технологічних операцій, а саме вилучення пляшок з ящиків та завантаження їх на пластинчатий транспортер за допомогою автомату для вилучення пляшок з ящиків; послідовне транспортування пляшок пластинчатим транспортером до автоматів, які входять до складу лінії; наповнення пляшок рідиною, яке виконує розливний автомат; штампування в горличко пляшки поліетиленового ковпачка та закупорювання пляшки різьбовою кришкою; контролю якості закупорювання та цілісності пляшки; наклеювання на пляшки етикетки з інформацією про продукт який знаходиться в пляшці; укладання вже наповнених рідиною пляшок в ящики [1].

Даний технологічний процес з комплексним використанням вище вказаних автоматів забезпечує високотехнологічний процес пакування з мінімізованою людською роботою. Роль людини у забезпеченні роботи даної лінії полягає лише в тому, щоб за допомогою автотранспортера подати ящики з пляшками на транспортер і вилучити ящики з наповненою продукцією. Завдяки цьому і досягається висока продуктивність лінії з малою кількістю обслуговуючого персоналу.

Для фасування токсичних та летучих рідин (етилового та метилового спирту, розчинників, засобів для зняття старої фарби) використовують скляні пляшки ємністю 0,5 літра з прозорого та тонованого скла.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ РІДИН У СКЛЯНІ ПЛЯШКИ

Лінія фасування рідин у скляні пляшки, надалі «лінія», призначена для пакування рідких технічних продуктів (етилового та метилового спирту, розчинників, засобів для зняття старої фарби), невеликої та середньої в'язкістю в скляні пляшки ємністю 0,25 – 0,5 літра [2].

До складу лінії входять пластинчатий транспортер, який транспортує пляшки до автоматів, автомат для вилучення пляшок з ящиків, який виставляє пляшки на транспортер, розливний автомат, штаповочно-укупорювальний автомат, бракеражний автомат, етикетувальний автомат та автомат для завантаження пляшок в ящики.

Для забезпечення надійного та герметичного пакування в якості закупорювального елементу використовують поліетиленові ковпачки, які штампуванням розміщують в горловині пляшки, а також на зовнішню поверхню нагвинчують різьбову пробку.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ РІДИН У СКЛЯНІ ПЛЯШКИ

В ролі базової машини в даному дипломному проєкті виступає «Лінія фасування рідин у скляні пляшки». Технічні характеристики лінії фасування рідин у скляні пляшки представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики лінії фасування рідин у скляні пляшки

№	Технічні характеристики	Одиниці вимірювання	Значення
1	Продуктивність	пл/год	2500
2	Напруга живлячої мережі	В	220
3	Частота в мережі	Гц	50
4	Встановлена потужність	кВт	11,8
5	Середня споживана потужність	кВт	1,83
6	Кінематична продуктивність	пл./хв	41

Реальна продуктивність лінії залежить від об'єму пляшки (при об'єму пляшки 250 мл продуктивність зростає до 3000 пл/год), від температури [4].

Габаритні та технологічні розміри пляшок, які використовують на даній лінії представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Габаритні та технологічні розміри пляшок, які використовують в лінії фасування рідин у скляні пляшки

№	Технічні характеристики	Одиниці вимірювання	Значення
1	Ємність пляшки	л	0,25 - 0,5
2	Висота пляшки	м	0,15 - 0,3
3	Діаметр пляшки	м	0,05-0,1
4	Товщина стінки пляшки	мм	≥ 2
5	Зовнішній діаметр горличка пляшки	м	0,025-0,04
6	Внутрішній діаметр горличка пляшки	мм	≥ 10

3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ РІДИН У СКЛЯНІ ПЛЯШКИ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

Лінія фасування рідин у скляні пляшки складається з автоматів, котрі виконують в конкретній послідовності свою функцію і реалізують технологію по фасуванню рідин [3].

Схему лінії фасування рідин у скляні пляшки показано на Рис. 3.1.

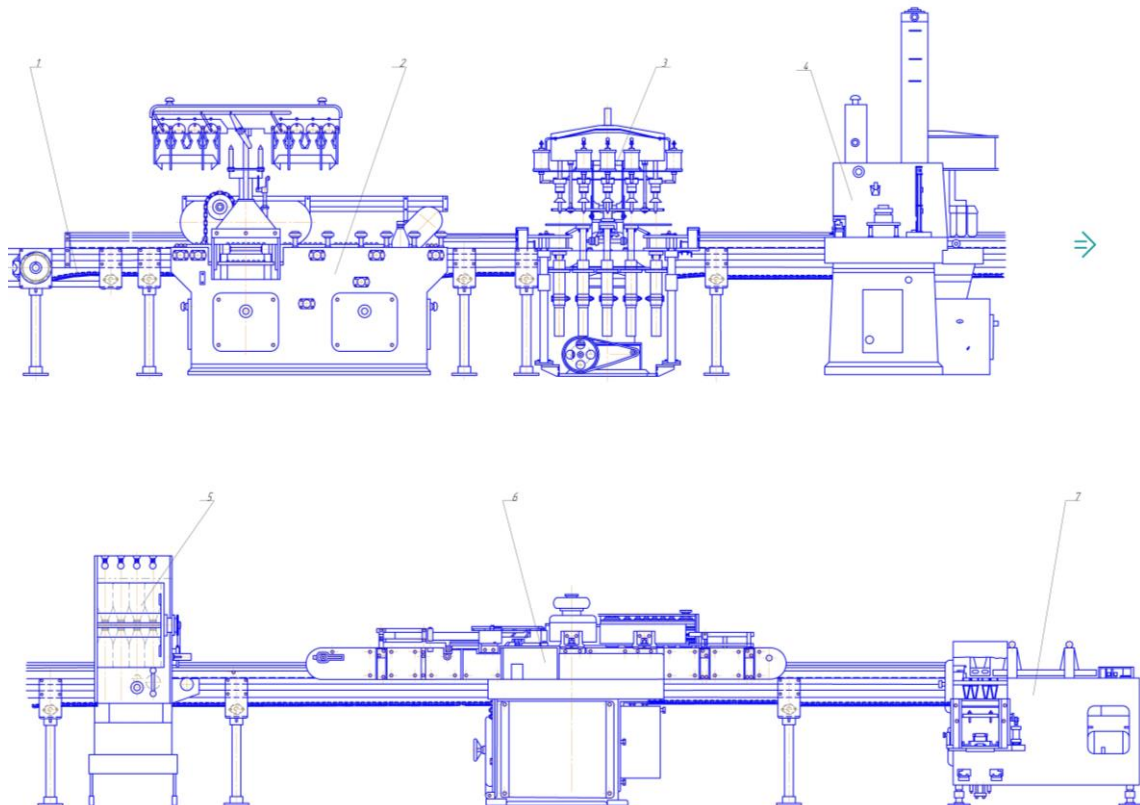


Рис. 3.1. Схема лінії фасування рідин у скляні пляшки

1 – пластинчастий транспортер, 2 – автомат для вилучення пляшок з ящиків, 3 – розливний автомат, 4 – штаповочно-укупорювальний агрегат, 5 – бракеражний автомат, 6 – етикетувальний автомат, 7 – автомат для завантаження пляшок в ящики.

Розглянемо роботу лінії по окремим автоматам, що входять до складу лінії в порядку який відповідає технології.

3.1 Опис конструкції та принцип дії пластинчастого транспортера

Ланцюгові пластинчасті транспортери використовують для переміщення пляшок між операційними автоматами і в середині цехів та виробничих приміщень.

Транспортер має сталі втулочно-роликові ланцюги, до яких приварюються пластини, які переносять пляшки.

Такі транспортери можуть переносити пляшки в горизонтальній площині з нахилом не більше 6° .

Схему пластинчастого транспортера показано на Рис.3.2.

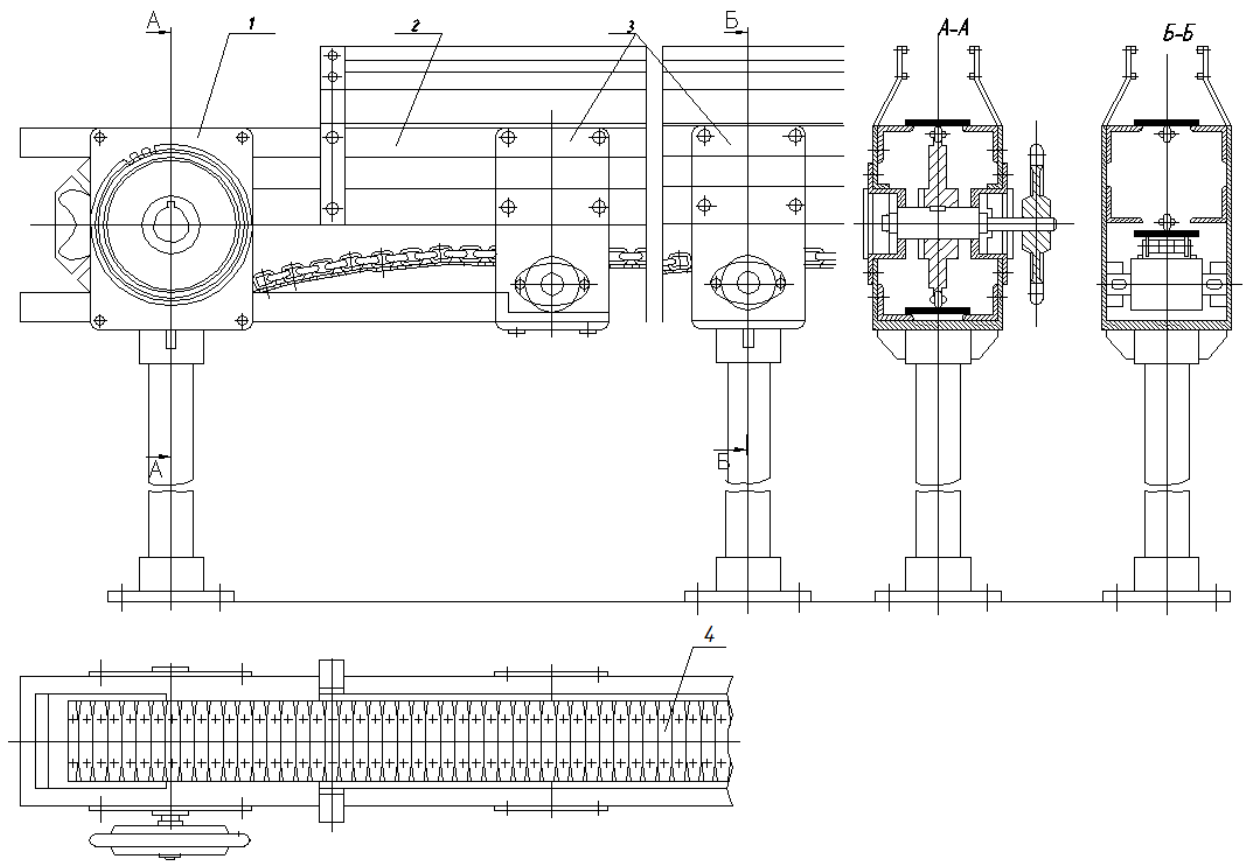


Рис 3.2. Схема пластинчастого транспортеру

Транспортер складається з приводної станції 1, несучої рами 2, приводної та натяжної станцій 3, пластин живильника 4. Всі вузли транспортера

нормалізовані та уніфіковані. Положення (по висоті) верхньої площини пластини вибирається в залежності від рівня завантажувальних столів операційних автоматів.

Потужність транспортера від 1,0 до 2,3 кВт.

3.2 Опис конструкції та принцип дії автомату для вилучення скляних пляшок з ящиків

Автомат призначений для вилучення скляних пляшок ємністю 0,25 – 0,5 з ящиків, який виставляє їх в поточну лінію з продуктивністю 4000 пляшок за годину.

Схему автомату для вилучення скляних пляшок з ящиків показано на Рис. 3.3.

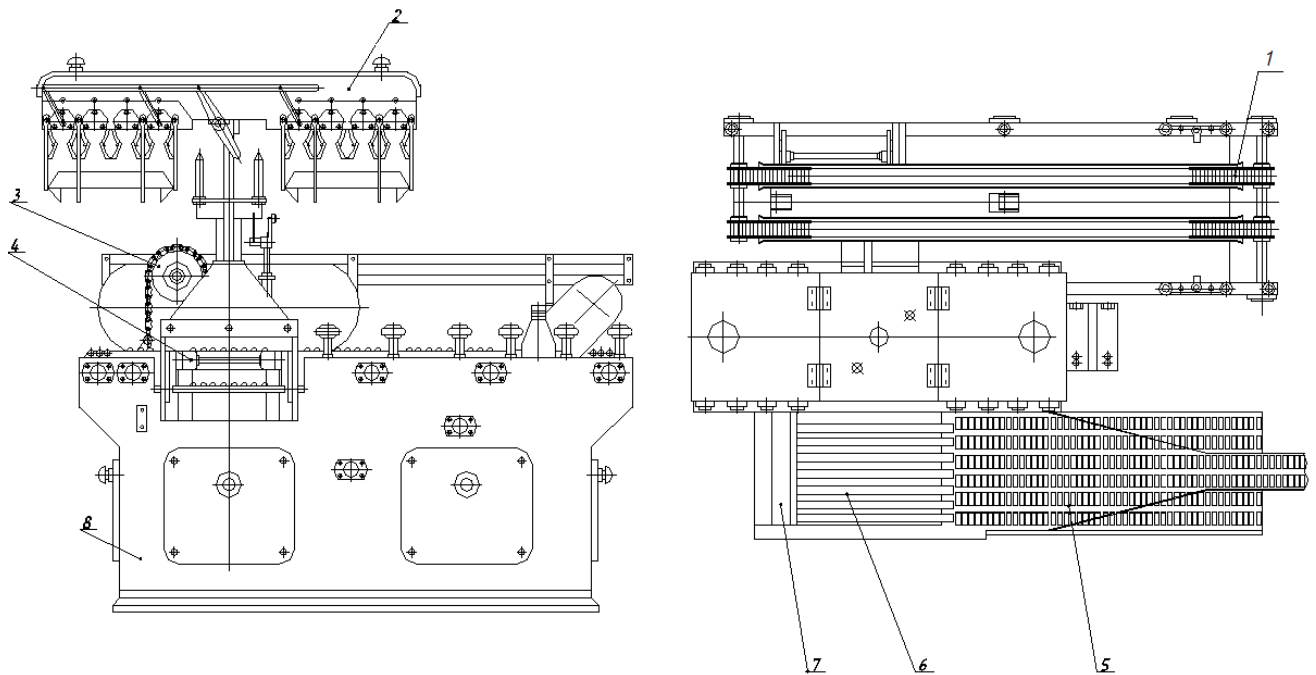


Рис. 3.3 Схема автомату для вилучення пляшок з ящиків

Автомат для вилучення скляних пляшок складається з ланцюгового транспортера 1 для ящиків, поворотного блоку 2 з двома заживними головками

для вилучення пляшок з ящиків і встановлення їх на пластинчастий транспортер 5, механізму підйому ящиків 3, підйомного столика 4, нерухомої площадки 6 та штовхача 8.

Автомат працює наступним чином. Ящики зі скляними пляшками по ланцюговому транспортеру подаються до контрольно-впускного механізму блокування і пропускаються під одну з двох заживних головок, закріплених на вертикальній колоні. На підйомному столику 4 ящик натискає на важіль включення головного валу і разом з платформою починає підніматись вгору. Одночасно блок зі стискаючими головками опускається вниз і захвати у розкритому вигляді опускаються в ящик. В крайньому нижньому положенні захвати закриваються і щільно стискають горличка пляшок.

Далі ящик опускається вниз, а головка з пляшками піднімається вгору, поступово обертається на колоні і зупиняється над нерухомою площадкою 6.

Під час зупинки головки з пляшками, порожній ящик виходить з автомату, а наступний ящик з пляшками встановлюється на підйомному столику.

По закінченню зупинки головки з пляшками вона знову опускається. При цьому перша стискаюча головка опускає пляшки на площадку 6 пластинчатого транспортера, а інша головка входить в ящики і захоплює наступну партію пляшок. З нерухомої площадки 6 пляшки переміщуються штовхачем 7 на пластинчастий транспортер.

3.3 Опис конструкції та принцип дії розливного автомату

Розливний автомат призначений для фасування рідин у скляні пляшки ємністю 0,25 – 0,5 літра. Прилад забезпечує достатню точність і стабільність дозування з відхиленням не більше ніж на 3,5 мл від об'єму 0,5 літра. Дозування відбувається за допомогою розливного патрону.

Схему розливного автомату та схему розливного патрону показано на Рис.3.4 та Рис.3.5 відповідно.

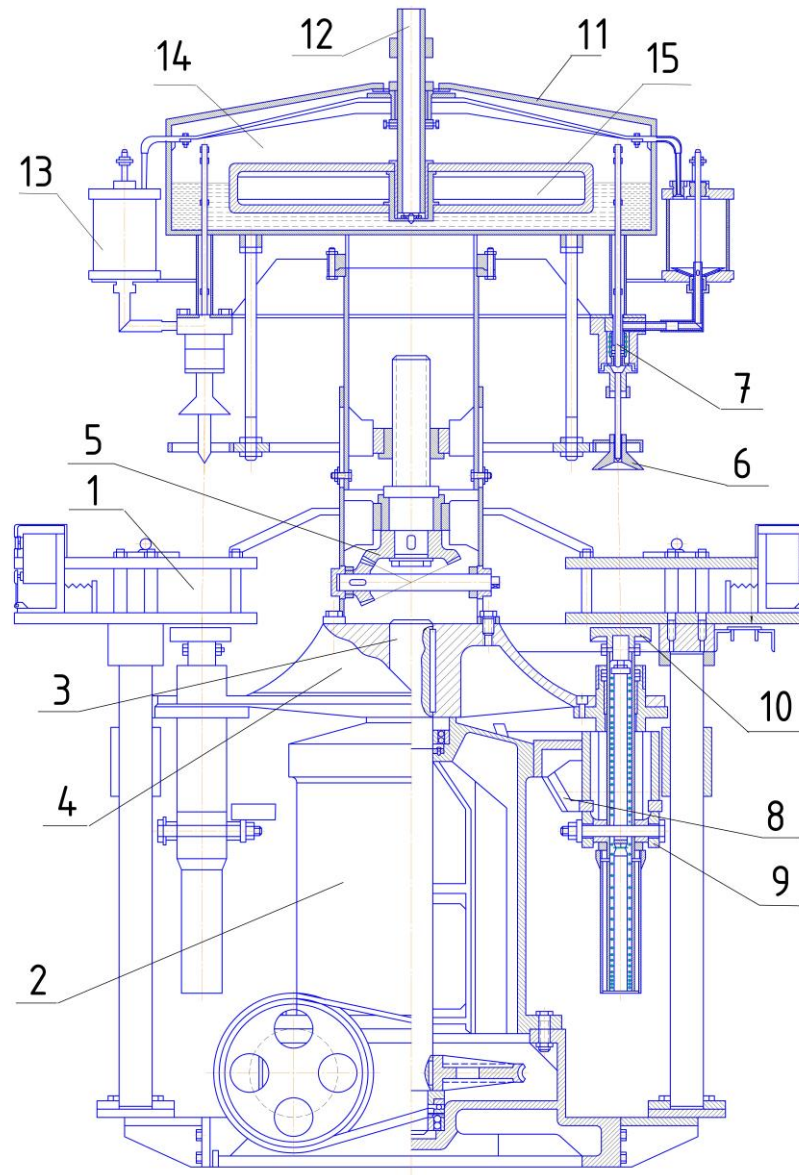


Рис. 3.4. Схема розливного автомату

1 – вузол орієнтації, 2 – редуктор черв'ячний, 3 – вал вихідний, 4 – столик поворотний, 5 – механізм піднімальний, 6 – дзвіночок, 7 – патрон розливний, 8 – копір, 9 – ролик натискаючий, 10 – столик підйомний, 11 – кришка, 12 – трубка подачі рідини, 13 – резервуар витратний, 14 – резервуар ємнісний, 15 – лопать перемішування рідини

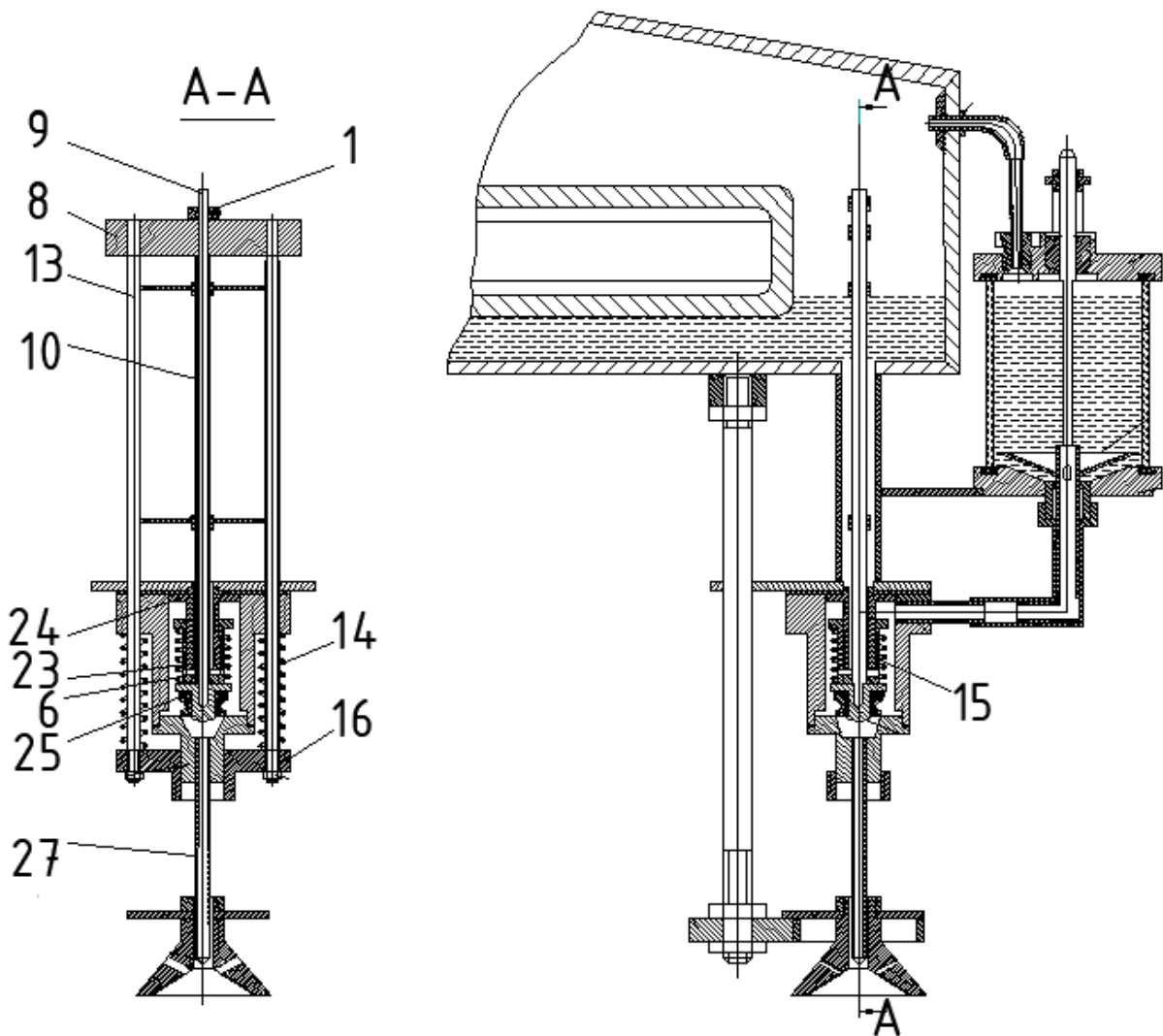


Рис.3.5. Схема розливного патрону

Принцип роботи розливного автомату полягає в наступному: скляна пляшка подається на вузол орієнтації пляшок 1. Черв'ячний редуктор 2 приводить в рух вихідний вал 3, який в свою чергу обертає поворотний столик 4, на якому розташована пляшка. Під дією пружин при накочуванні натискаючих роликів 9 на підйомну частину копіру 8 столики 10 з пляшками піднімаються до дозувальних приборів. Пляшки піднімаються до дзвіночків 6, центруються ними і продовжується рух в гору.

Як тільки дзвіночок упирається у траверсу 16 від тиску пляшки траверса зі штоками 13 і коромислом 8 починає підніматись, стискаючи пружини 14 і звільнюючи від затиску трубку 10. Під дією пружини 15 трубка 10 та зв'язаний

з нею стакан 23 теж піднімаються, гумовий клапан 6 щільно підходить до поверхні втулки 24 і вихід рідини з витратного резервуару зупиняється. При подальшому підйомі коромисло 8 впирається в кільце 1 та піднімає стрижень 9 з клапаном 25 і рідина з дозуючого прибору через трубку 27 переливається в пляшку. Повітря з пляшки виходе крізь бокові отвори в стінках дзвіночка. Дозуючий прибор з'єднаний з витратним резервуаром крізь ніпель. При проходженні півкола ролики підйомних столиків напочуються на копір і вже наповненні пляшки опускаються, виходять з автомата за допомогою крокоміра.

3.4 Опис конструкції та принцип дії штампуєчо-укупорювального автомата

Штампуєчо-укупорювальний автомат призначений для штамповки поліетиленових ковпачків в горличко пляшки з наступним закручування різьбовою пробкою.

Автомат складається з двох взаємодіючих автоматів встановлених поблизу та з'єднаних похилим жолобом 6.

Подаючий автомат 1 центрує полімерні кришки позиціювачем 3 та розміщує їх в зоні потоку полімерних кришок 2 і передає у похилий жолоб 6, розташований над подаючим автоматом. Укупорювальний автомат 9 здійснює герметичне укупорювання пляшок – заштамповує поліетиленову пробку в середину горличка та нагвинчує полімерну кришку на зовнішню поверхню горличка пляшки.

Схему штампуєчо-укупорювального автомата показано на Рис. 3.6.

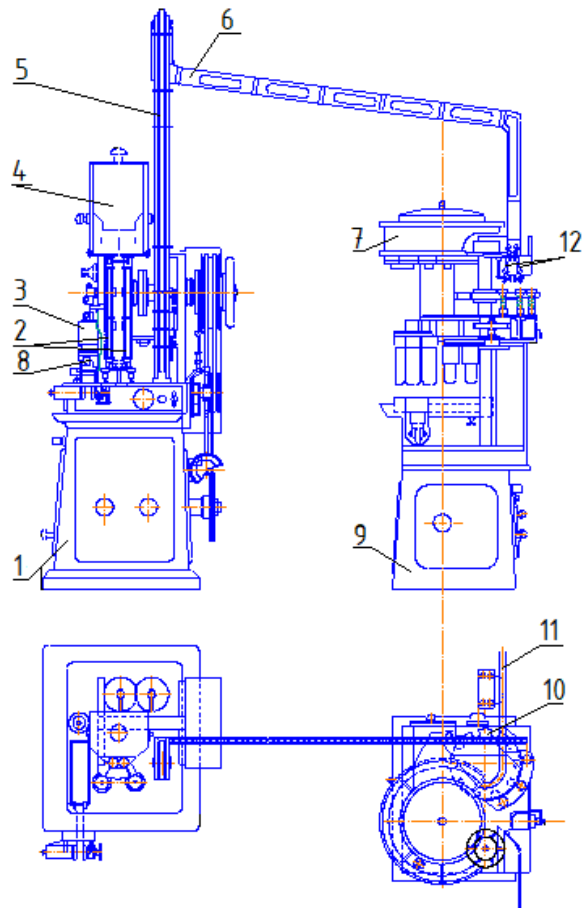


Рис.3.6. Схема штампуєчо-укупорювального автомату

1 – автомат подаючий, 2 – потік полімерних пляшок, 3 – позиціювач, 4 – бункер кришок, 5 – елеватор ланцюговий, 6 – жолоб похилий, 7 – голівка штампуєча, 8 – штовхач, 9 – автомат укупорочний, 10 – зірочка завантажуюча, 11 – транспортер пластинчастий, 12 – механізм загвинчуючий

Принцип роботи штампуєчо-укупорювального автомата полягає в наступному. Пляшка, яка переміщається пластинчастим транспортером 11, через крокомір подається в гнізда що розміщені під штамповочною голівкою 7, де в пляшку заштамповується поліетиленовий ковпачок. Після цього завантажуючою зірочкою 10 пляшка передається з конвеєра на підйомний столик. Переміщуючись по колу та одночасно піднімаючись разом зі столиком, пляшка потрапляє горлечком в загвинчувальний механізм 12 головки автомата, де на горличко пляшки нагвинчується кришка. Укупорювальна пляшка виходить з автомата і потрапляє на пластини транспортера.

3.5 Опис конструкції та принцип дії бракеражного автомату

Бракеражний автомат призначений для інспектування та перевертання пляшок з просвічуванням для візуального бракеражу пляшок з продукцією ємністю 0,25 – 0,5 літра та продуктивністю 3000 пляшок за годину. Автомат складається з поворотної касети-барабану, яка розміщена на станині з приводом, механізму впуску та випуску пляшок з системою блокування. Поворотна касета-барабан перевертає пляшки з короткочасною затримкою їх перед світловим екраном.

Схему бракеражного автомату показано на Рис. 3.7.

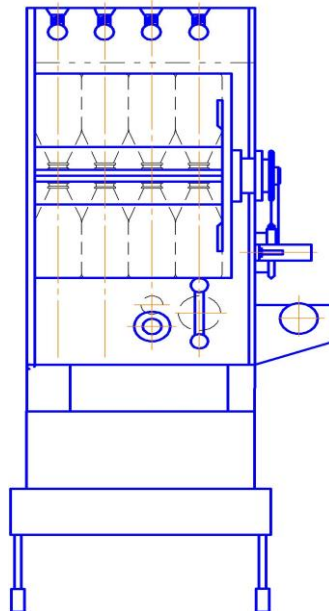


Рис. 3.7. Схема бракеражного автомату

Перша партія пляшок в кількості 4 штук входить в бракеражний автомат і під час перевертання цієї партії пляшок затримана в верхньому положенні друга партія пляшок входить у вільні пази, котрі знаходяться в нижньому положенні. В момент опускання першої партії – друга піднімається для просвічування, а перша повертається на пластинчастий транспортер і виходить з бракеражного автомату. Відбраковані пляшки з транспортера вилучаються вручну з пластинчастого транспортеру.

3.6 Опис конструкції та принцип дії етикетувального автомату

Етикетувальний автомат призначений для наклеювання етикеток на пляшки ємністю 0,25 – 0,5 літра з продуктивністю 6000 пляшок на годину.

Схему етикетувального автомату показано на Рис. 3.8.

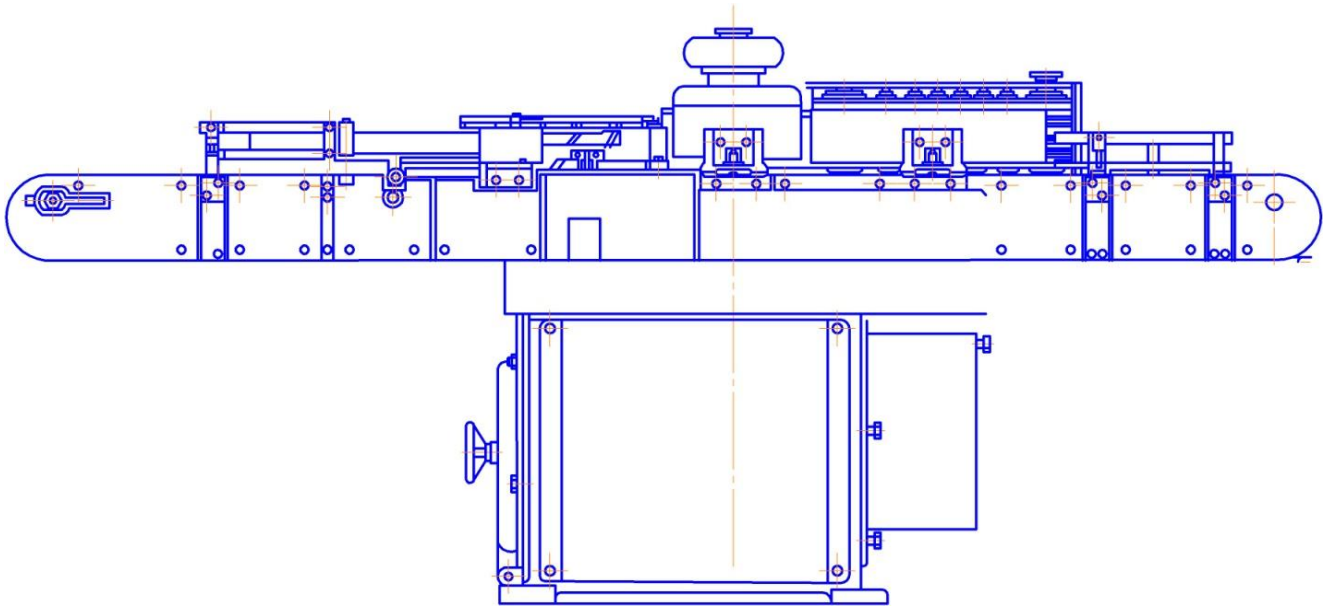


Рис. 3.8. Схема етикетувального автомату

Принцип роботи автомату наступний. Пляшки після наповнення та бракеражу по транспортеру підходить до автомату де подаються крокоміром, проходячи крокомір біля вакуумної головки, котра транспортує етикетку з магазину етикеток, попередньо на етикетку наноситься клей, наносить етикетку на пляшку. Після проходження вакуумної головки пляшки з етикеткою проходять по пластинчастому транспортеру і проходять через систему роликів, котрі розгладжують та притискають етикетку.

3.7 Опис конструкції та принцип дії автомата для завантаження пляшок в ящики

Автомат для завантаження пляшок в ящики виконує укладання пляшок в ящики з продуктивністю 6000 пл/год.

Схему автомата для завантаження пляшок в ящики показано на Рис.3.9.

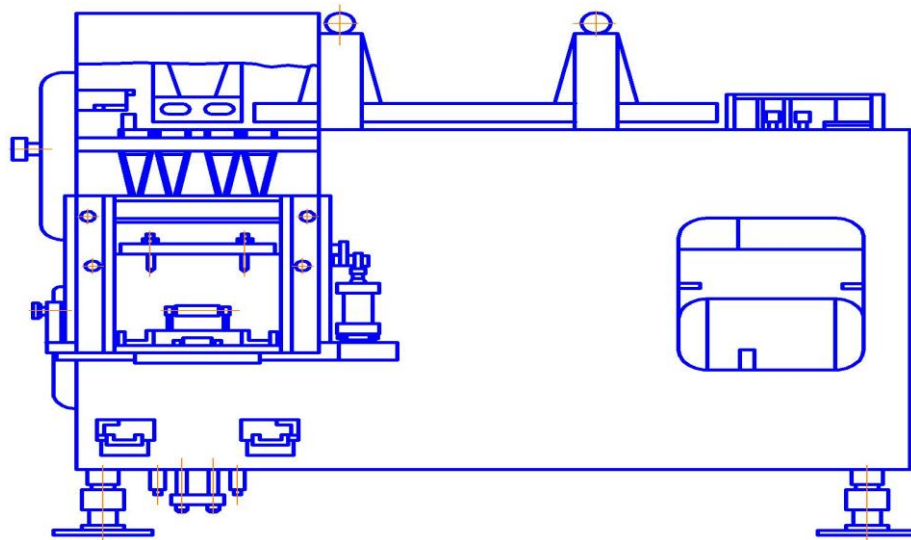


Рис.3.9. Автомат для завантаження пляшок в ящики

Автомат працює наступним чином. При виході пляшок з пластинчастого транспортеру транспортуючий шнек підхоплює пляшки і переміщує до штовхача. Після того як 4 пляшки з'являються перед штовхачем, вони зіштовхуються та попадають через розподільчу градку в ящик котрий знаходиться в нижній частині станини. В момент зіштовхування пляшок, потік пляшок з транспортеру перекривається. При поверненні штовхача ящик переміщується на відстань, яка дорівнює відстані одного ряду комірки в ящику. Після цього пляшки знову поступають до штовхача і при зіштовхуванні потрапляють в наступний ряд комірок ящика. По відпрацюванні 5 циклів наповнений ящик виходить з автомату і на його місце потрапляє наступний порожній ящик.

4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ, ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ РІДИН У СКЛЯНІ ПЛЯШКИ

4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій лінії фасування рідин у скляні пляшки

Під час виконання магістерської дисертації було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії лінії фасування рідин у скляні пляшки, її переваг і недоліків. Проаналізовані джерела [1-5]. Обрана конструкція лінії фасування рідин у скляні пляшки на основі прототипу машини у джерелі [4]. В результаті аналізу конструкцій лінії фасування рідин у скляні пляшки виявлені такі її переваги (висока продуктивність, невеликі енергозатрати, стабільність дозування) і недоліки (випаровування рідин у навколишнє середовище, похибка дозування) [1-5]. Виходячи з індивідуального завдання магістерської дисертації необхідно покращити розливний автомат та пластинчастий транспортер. Для цього проведено патентно-літературний огляд лінії фасування рідин у скляні пляшки. Для вибору варіанту модернізації розливного автомату та пластинчастого транспортеру знайдено 10 технічних рішень на основі патентів [6-15]. Розглянемо їх детальніше.

Корисна модель [6] відноситься до транспортних засобів, що використовуються для перевезення розсипної маси.

Суть винаходу - це пластинчастий транспортер, що складається з лінійних металевих секцій і двох кінцевих головок (передній і задній) з двома перехідними секціями, по яких переміщуються пластини, що складаються з основи і двох бортів, що утворюють прямий сталевий жолоб по всьому транспортному маршруту. Кожна пластина і в верхньому положенні, і в нижньому положенні переміщається на вантажних ковзанках діаметром 100 мм. Обидві кінцеві головки оснащуються електроприводами. Електроприводи

приводять в обертання приводні зірочки, встановлені по дві на обвідних барабанах кінцевих головок. Обертання приводних зірочок надає руху тягові ланцюги з тяговими лопатками. Тягові лопатки входять в зачеплення з лопатками пластин і забезпечують їх переміщення з вантажем у верхньому положенні і без вантажу в перевернутому нижньому положенні.

Переваги нового пластинчастого конвеєра:

- висока продуктивність 3680 т/год при відстані між приводами 1000 м;
- велика приймальня здатність 40 м³/хв;
- висока енергоозброєність конвеєра, два електродвигуна по 110 кВт;
- повна пожежна безпека конвеєра, всі 100% виробів конвеєра виконані зі сталі;
- невеликі розміри лінійних секцій конвеєра: ширина - 1 м, загальна займана висота лінійної секції і вантажонесучих пластини від ґрунту - 1,95 м;
- невелика швидкість руху вантажонесучих пластин - 1,2 м.

Схему лінійної секції пластинчастого транспортеру показано на Рис.4.1.

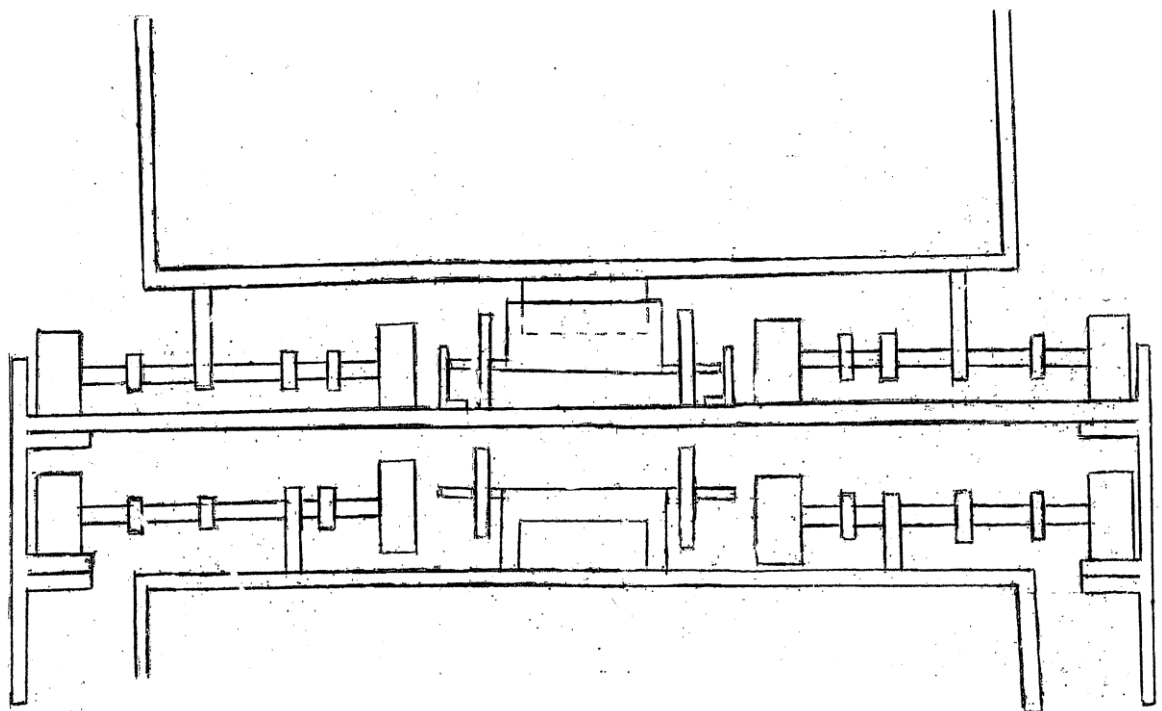


Рис.4.1. Схема лінійної секції пластинчастого транспортеру

Корисна модель [7] відноситься до шахтного транспорту безперервної дії, а саме до магістральних пластинчастих транспортерів.

Транспортер містить пластинчасту стрічку, що складається з настилу, прикріпленого до двох тяговим ланцюгах з ходовими катками з можливістю їх пересування по напрямних, закріплених на стійках, на яких між вантажонесучою і неробочий гілками пластинчастої стрічки розміщені проміжні приводи. Кожен проміжний привід складається з нескінченно замкнутої на приводному і натяжному барабанах гнучкою прогумованої стрічки, розміщеної в плані між тяговими ланцюгами і з можливістю її взаємодії з настилом на вантажонесучою і неробочою гілкою пластинчастої стрічки. Усередині контуру прогумованої стрічки встановлені, з можливістю взаємодії з верхньою і нижньою її гілками, кінематично пов'язані між собою ролики. Осі роликів розміщені з можливістю зсуву в вертикальних напрямних і жорсткими похилими ланками з двох сторін шарнірно пов'язані з тягою, щодо яких ланки розміщені симетрично. Тяги розміщені в закріплених на рамі напрямних з можливістю зміщення паралельно гілкам прогумованої стрічки. Один вільний кінець кожної тяги підпружинений пружиною стиснення до нерухомої рами, а другий кінець забезпечений гвинтовою нарізкою з можливістю її взаємодії з гайкою, яка розміщена з можливістю упору в закріплений на рамі обмежувач.

Винахід дозволяє забезпечити підвищення надійності роботи багатопривідного пластинчастого транспортеру.

Схему пластинчастого транспортеру показано на Рис.4.2.

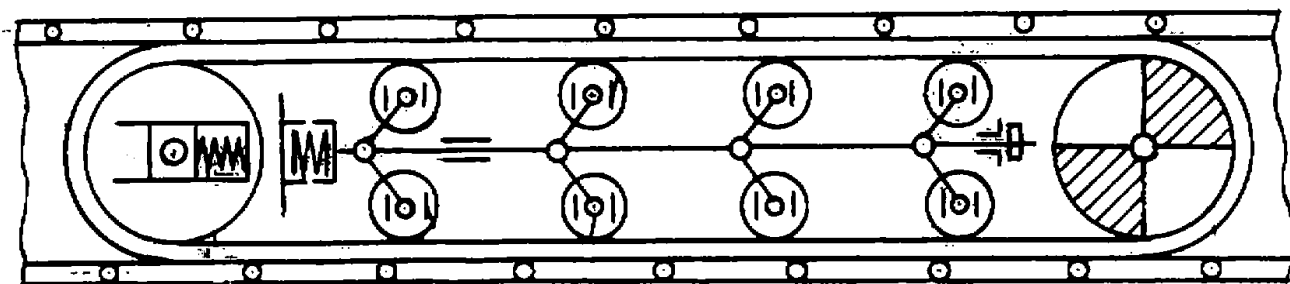


Рис.4.2. Схема пластинчастого транспортеру

Корисна модель [8] відноситься до транспортерів з нескінченними тягнучими елементами, а точніше до пластинчастих транспортерів призначених для роботи в умовах відкритих гірничих копалин.

Пластинчастий транспортер складається з рами, встановленої на ній приводний та холостий вали, верхні та нижні опорні ролики та вертикально замкнуте вантажо-несуче полотно з шарнірно-з'єднаних пластин, котрі опираються на ролики. Верхні опорні ролики встановлені під крайніми вузлами з'єднання кожної пари пластин. Відношення між верхніми опорними роликами до діаметру ролика дорівнює 2,2-2,4, а відношення кроку між верхніми опорними роликами до кроку між нижніми опорними роликами дорівнює 0,3-0,5.

Підвищується строк служби та надійність роботи транспортеру.

Схему пластинчатого транспортеру показано на Рис.4.3.

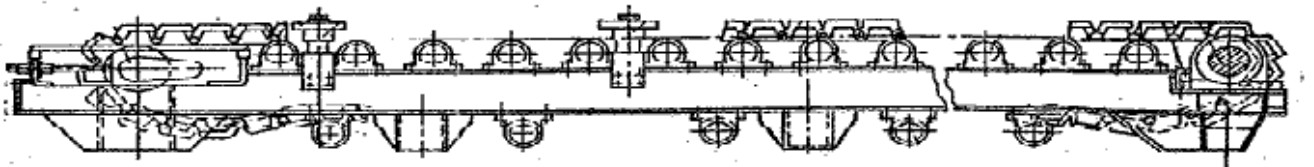


Рис.4.3. Схема пластинчатого транспортеру

Корисна модель [9] відноситься до магістральних пластинчастих транспортерів.

На пластинах встановлені ролики оснащенні шарикопідшипниками, котрі котяться при русі пластин. Вага вантажу, котрий знаходиться на пластинах та вага самої стрічки транспортера з пластинами, повністю передається через ролики на направляючі по котрим рухаються пластини.

Впровадження такої конструкції пластин дозволяє суттєво зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшує енергоємність транспортера, забезпечує можливість транспортування вантажів на великі відстані.

Схему несучих пластин пластинчатого транспортеру показано на Рис. 4.4.

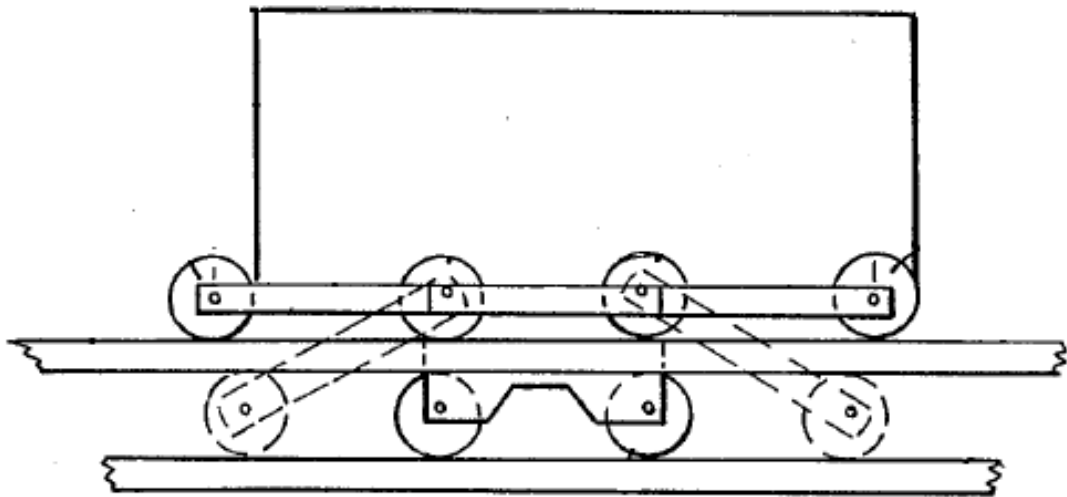


Рис.4.4. Схема несучих пластин пластинчатого транспортеру

Корисна модель [10] відноситься до транспортерів з крокуючими балками, призначених для циклової транспортування рулонів металу, зокрема пакетів сталі, або подібного вантажу.

Транспортер містить крокуючу балку, що знаходиться між бічними опорними площинами, переміщувану в напрямку транспортування за допомогою ходового приводу. Ходовий привід виконаний у вигляді двоциліндрового приводу з рухомим за допомогою першого ходового циліндра другим ходовим циліндром.

Забезпечується проста, міцна і універсальна конструкція транспортера.

Схему пластинчатого транспортеру показано на Рис.4.5.

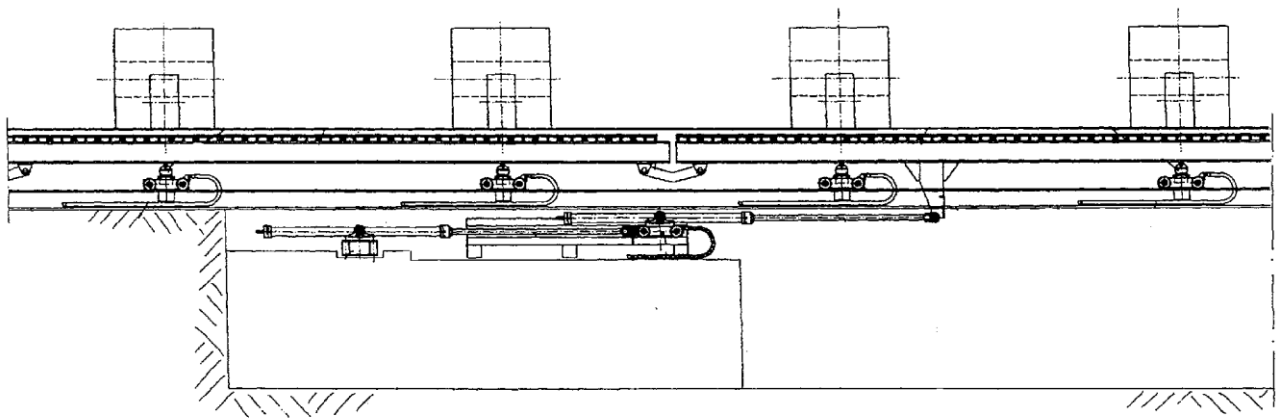


Рис.4.5. Схема пластинчатого транспортеру

Корисна модель [11] відноситься до пристрою для розливу рідин або напоїв, що має самоочисне розливне сопло.

Цей пристрій включає корпус, забезпечений внутрішнім каналом, який має перший кінець, до якого приєднується розливне сопло, і другий кінець, який призначається для під'єднання до нього впускного трубопроводу для рідини. Пристрій додатково включає колекторний елемент, який може переміщатися щодо корпусу між першим своїм положенням, в якому вихідний отвір сопла звільняється від колекторного елемента і здійснюється розлив напою, і другим своїм положенням, в якому колекторний елемент може бути встановлений перед випускним отвором сопла, щоб збирати всю рідину, яка виходить з випускного отвору, і здійснюється очищення сопла.

Винаходом забезпечується ефективна промивка і очистка розливного сопла.

Схему розливного автомату показано на Рис.4.6.

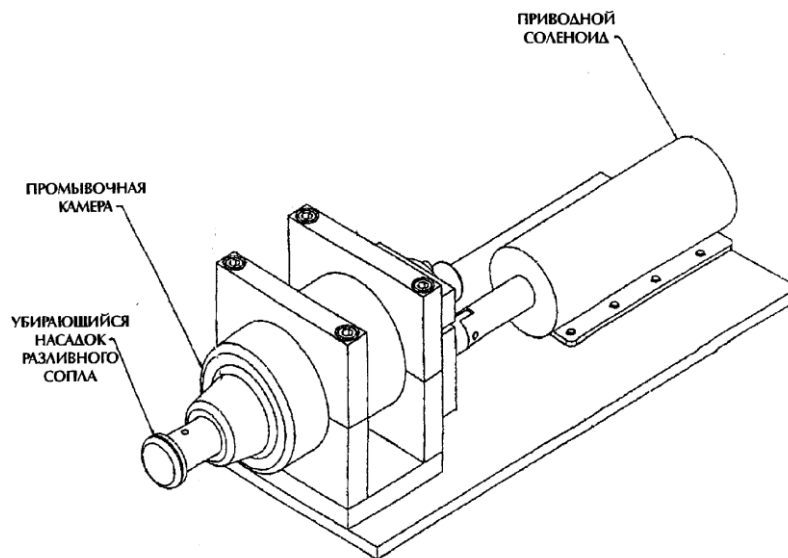


Рис.4.6. Схема розливного автомату

Корисна модель [12] відноситься до автоматів для порційного приготування і розливу напоїв.

Розливний автомат містить приймальний пристрій для капсул з основою напою, в якому є проколюючий пристрій для підведення гарячої води і проколюючий пристрій для відводу напою при приготуванні і розливі напою. При цьому проколюючі пристрою розташовані на загальному тримачі з одного і того ж боку вставленої капсули. У кожного проколюючого пристрою є ущільнення для гідравлічної герметизації щодо капсули.

Це дозволяє виробляти проколи капсул без забруднення внутрішнього простору приймального пристрою, що значно збільшує інтервали між чистками, а скорочена до мінімуму кількість деталей полегшує їх.

Схему тримача розливного автомату показано на Рис.4.7.

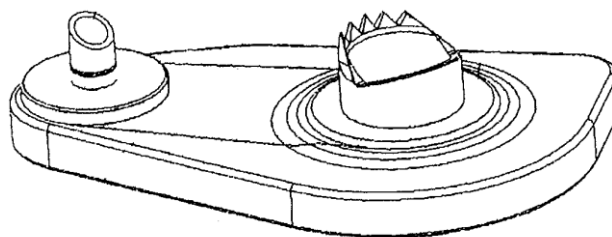


Рис.4.7. Схема тримача розливного автомату

Корисна модель [13] відноситься до закупорюючих пристроїв для пляшок з рідиною.

В закупорюючому пристрої для пляшки з рідиною, що містить металевий корпус, на якому виконані шліци, кільцеву підкачки і розрізи, виконані по колу через певні проміжки часу, всередині металевого корпусу розміщена кришка, на якій зовні по колу виконані вертикальні ребра жорсткості, які взаємодіють з шліцами, за допомогою яких закріплена кришка від провертання, а всередині кришки виконаний кільцевий ущільнювальний виступ, конічна пружна вставка, що має вхідний і вихідний отвори, вертикальні ребра, внутрішні і зовнішні кільця ущільнювачів.

Розширюються технологічні можливості за рахунок виконання додаткових засобів герметичності, надійності і зручності в експлуатації, за унеможливленням виникнення пилу і підливання рідини.

Схему закупорюючого пристрою для пляшки з рідиною показано на Рис.4.8.

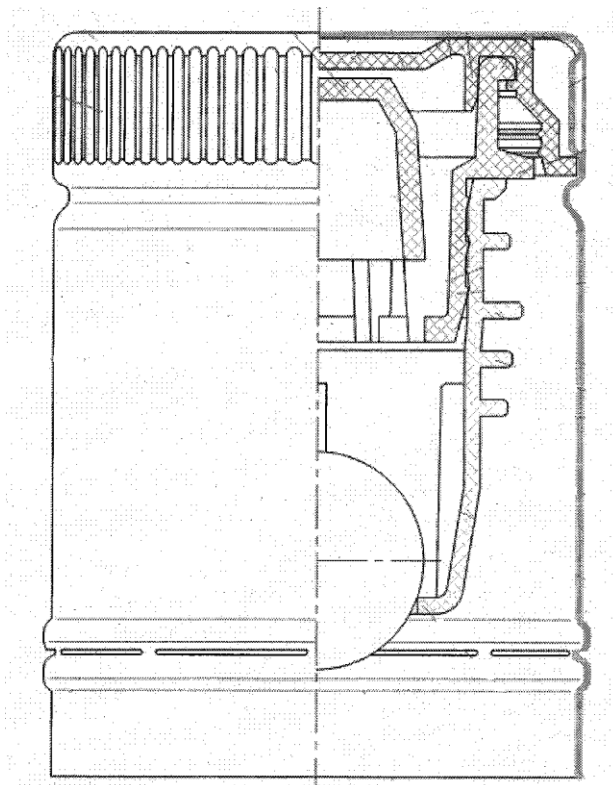


Рис.4.8. Схема закупорюючого пристрою для пляшки з рідиною

Корисна модель [14] відноситься до області розливних пристроїв для рідин, зокрема до розливним апаратів для напоїв з витісненням тиску.

Клапан регулювання тиску, призначений для регулювання тиску, під яким стиснутий газ-витіснювач подається в ємність, що містить рідину, для витіснення зазначеної рідини з ємності, причому зазначений клапан містить: першу і другу полімерні оболонки, причому перша оболонка містить впускний отвір і випускний отвір для газу, друга оболонка містить засіб для пружного зсуву; полімерну мембрану, затиснуту між першою і другою оболонками, таким чином, утворюючи першу і другу камери, герметично розділені мембраною.

Винахід забезпечує непроникність для текучого середовища між двома камерами. з'єднання між першою і другою полімерними оболонками досить міцне, щоб витримувати тиску, що переважають в будь-якій камері

Схему пристрою для витіснення повітря з ємності показано на Рис.4.9.

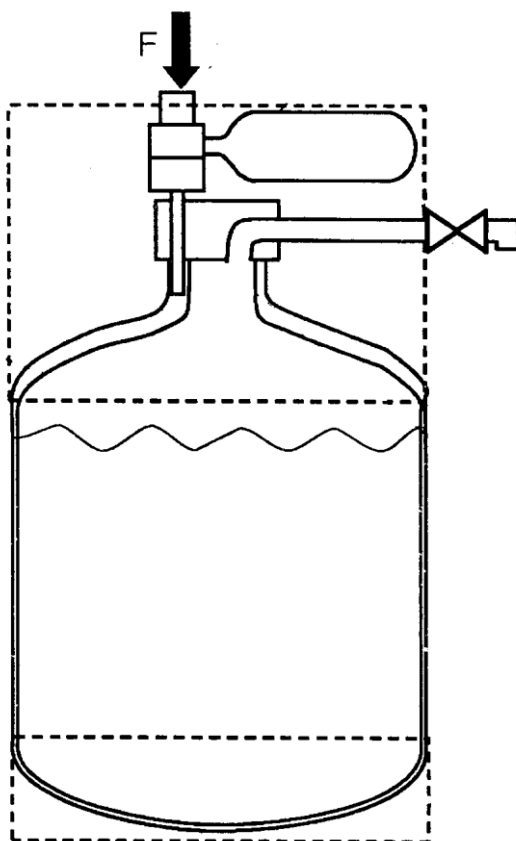


Рис.4.9. Схema пристрою для витіснення повітря з ємності

Корисна модель [15] призначена для розливних автоматів для напоїв, що мають групи подаючих елементів, оснащених кранами для подальшого змішування, приєднаними, щонайменше, до двох магістралей для загальної подачі відповідних компонентів напою.

Клапан має вихідну секцію, приєднаної до крану для подальшого змішування, і, щонайменше, дві вхідні секції, які передбачені для прийому відповідних компонентів напою, які підлягають вибіркового напрямку в вихідну секцію. Два трубчастих елемента, розгалужених, щонайменше, на три канали і відповідно мають перші відводи, приєднані до відповідної прямого трубопроводі. Другі відводи, відгалужені від перших відводів, приєднані до вхідних секції клапана таким чином, щоб забезпечити можливість направлення в неї потоку компонентів напою, отриманих з відповідних живлячих магістралей.

Пристрій дозволяє забезпечувати подачу охолоджених напоїв при оптимальних температурах.

Схему дифузійного апарату для розливних автоматів показано на Рис.4.10.

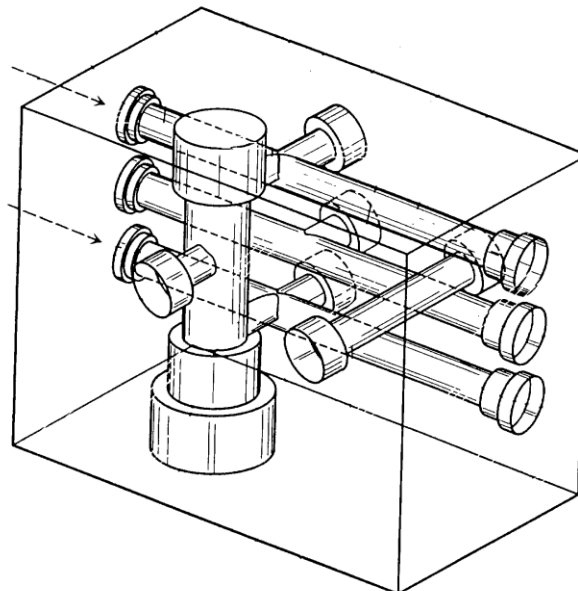


Рис.4.10. Схема дифузійного апарату для розливних автоматів

4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації розливного автомату лінії фасування рідин у скляні пляшки

При проведенні відповідного літературного та патентного пошуку було запропоновано корисну модель [14], при якому процес фасування є «закритим» та мінімізується випаровування цих речовин у робоче середовище в промислових приміщеннях. Такий метод дозволяє звести до нуля втрати продукції та встановити менш потужне витяжне обладнання.

Реалізувати метод «закритого» дозування дозволяє шляхом впровадження додаткових систем.

Основна система полягає в тому, що система стає замкнутою шляхом створення в витратному резервуарі надлишкового тиску 0,2МПа, який створюється шляхом закачування інертного газу, як азот, газовим компресором.

Закачування в витратний резервуар здійснюється через трубку для подачі газу 14. До резервуару під'єднанні газопровідні шланги 10 котрі також з'єднанні з пневмо-електричними розподільниками – чотирьох лінійними та двопозиційними. Також розподільники 9 з'єднані з трубками для продуву пляшок, з метою вилучення повітря з середини пляшки для створення в ній нейтрального середовища перед безпосереднім заливанням рідини. Розподільник забезпечує послідовний хід газу по системі.

При упорі горличка пляшки до дзвіночка, розподільник переходить в положення 1, і нейтральний газ з витратного резервуару, через газопровідні трубки і трубка, яка потрапляє в середину пляшки, продуває пляшки. Повітря з пляшки виходить через отвір в дзвіночку, до якого приєднана газопровідна трубка інший кінець якої з'єднано з розподільником, який виводить це повітря в атмосферу. Через секунду розподільник стає в положення 2 – система замикається і тиск в пляшці дорівнює тиску в резервуарі 2. Далі пляшка піднімає трубку і рідина переливається в пляшку, а газ з пляшки потрапляє через розподільник в витратний резервуар. Після наповнення пляшки,

розподільник стає в положення 3 і система газопровідних шлангів замикається, а наповнена пляшка опускається і відходить від дзвіночка.

Коли наповнена пляшка відходить від дзвіночка, рідина випаровується, тому повстала задача якнайшвидшого закупорювання пляшки. Для вирішення цієї мети до розливного автомату було приєднано штампуєчу голівку, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок. Це дозволяє зупинити випаровування рідини та вплив їх на людей та оточуюче середовище. Відкрита пляшка у відчиненому стані перебуває не 20 – 25 секунд, як при попередньому розміщенні штампуєчої голівки, а 5 – 6 секунд.

Використання в сукупності цих методів дозволяє досягти суттєвих результатів в вирішенні поставлених задач.

Схему модернізованого розливного автомату показано на Рис.4.11.

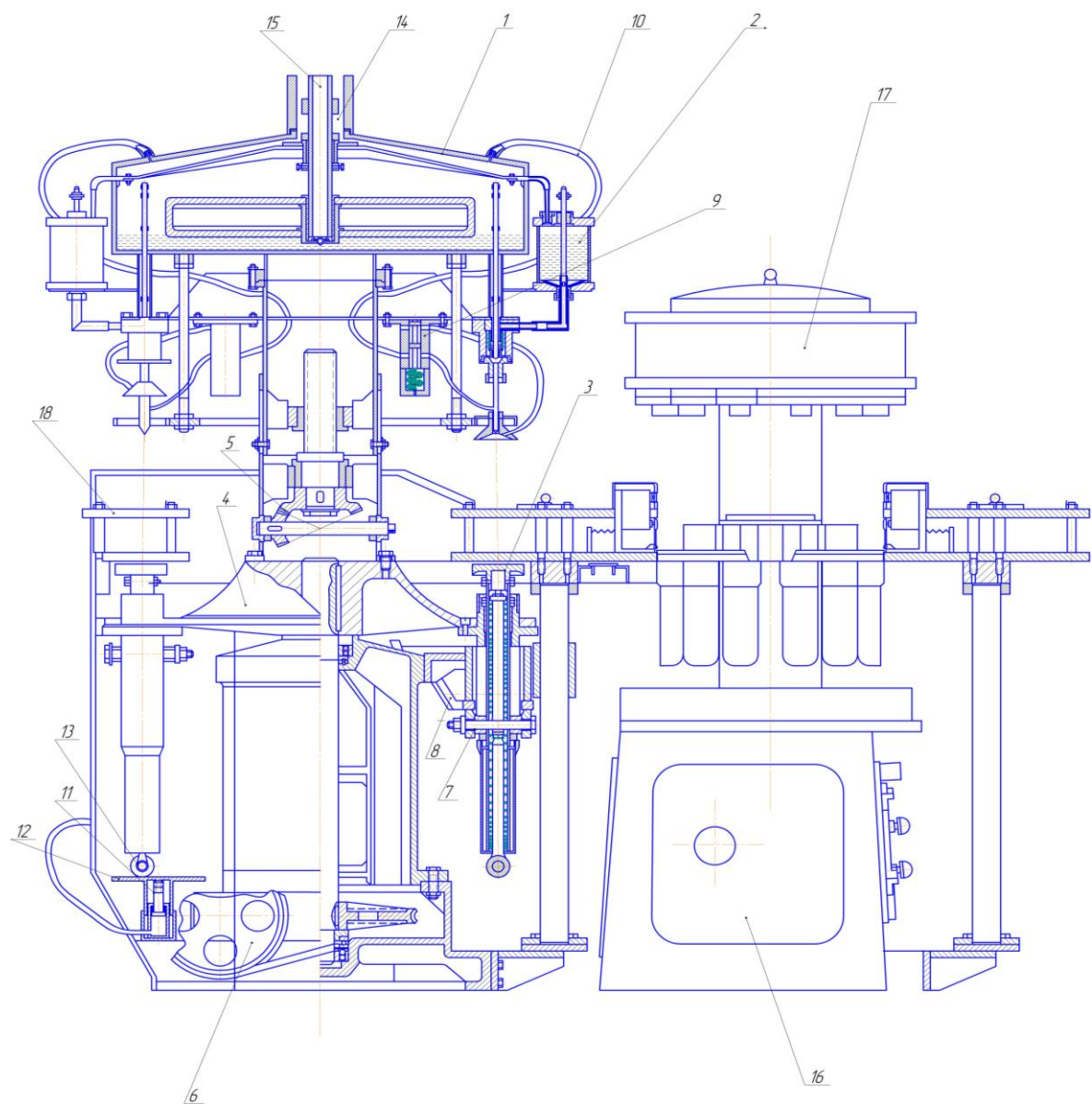


Рис. 4.11. Схема модернізованого розливного автомату:

1 – кришка, 2 – резервуар витратний, 3 – столик підйомний, 4 – столик поворотний, 5 – механізм піднімальний, 6 – редуктор черв'ячний, 7 – ролики натискаючі, 8 – копір, 9 – розподільник, 10 – шланги газо-провідні, 11 – пневмоциліндр допоміжний, 12 – платформа допоміжного циліндра, 13 – ролики підйомного механізму, 14 – трубка для подачі газу, 15 – трубка для подачі рідини, 16 – автомат штамповочний, 17 – голівка штамповочна, 18 – вузол орієнтації

4.3 Обґрунтування вибору варіанту модернізації пластинчастого транспортеру лінії фасування рідин у скляні пляшки

При проведенні патентного огляду була знайдено конструкцію вантажу - несучих пластин. Суть патенту [9] полягає в тому, що на пластинах встановлені ролики оснащені шарикопідшипниками, котрі котяться при русі пластин. Вага вантажу, котрий знаходиться на пластинах та вага самої стрічки транспортера з пластинами, повністю передається через ролики на направляючі по котрим рухаються пластини.

Впровадження такої конструкції пластин дозволяє суттєво зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшує енергоємність транспортера, забезпечує можливість транспортування вантажів на великі відстані.

Схему несучих пластин пластинчастого транспортера показано на Рис.4.12.

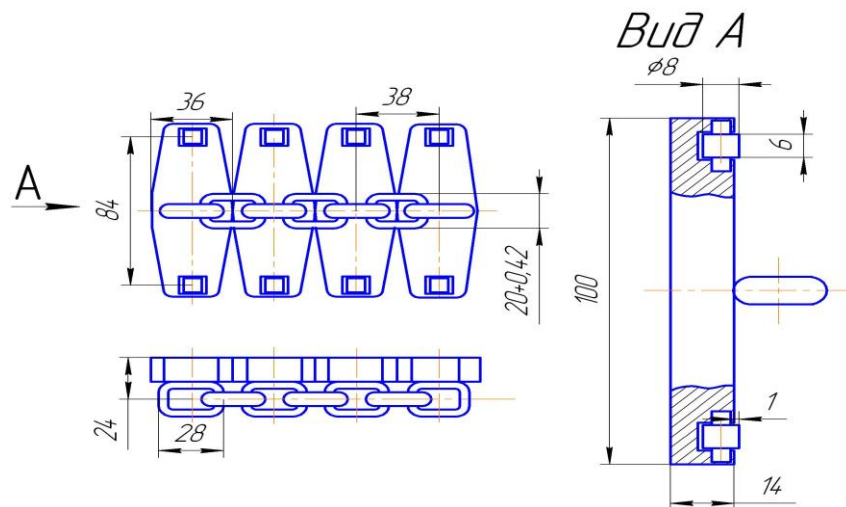


Рис. 4.12. Схема несучих пластин пластинчастого транспортера

5 МЕХАНОТРОНІКА

5.1 Опис роботи розливного автомату

Перелік операцій, що виконуються розливним автоматом:

- 1 – подача пляшки на вузол орієнтації;
- 2 – обертання поворотного столика за допомогою вихідного валу черв'ячного редуктора;
- 3 – опускання механізму піднімання;
- 4 – центрування дзвіночка;
- 5 – подача рідини з ємнісного резервуара у вузол наповнення;
- 6 – подача рідини з вузла наповнення у пляшку;
- 7 – підйом механізму піднімання;
- 8 – вилучення пляшок з вузла орієнтації.

Робочий цикл, що виконує розливний автомат:

$1 - \bar{1} - 2 - \bar{2} - 3 - 4 - \bar{3} - \bar{4} - 5 - 6 - \bar{6} - \bar{5} - 7 - \bar{7} - 8 - \bar{8}$

5.2 Розгляд функціональних модулів

5.2.1 Функціональний модуль 1 (ФМ1)

Призначений для подачі пляшки на вузол орієнтації.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий [18].

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 1.0

В якості керуючого пристрою використовуємо моностабільний 5-лінійний розподільник з пружиним поверненням, 2-х позиційний Festo VMEM-S-M52-M [19].

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 1.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо безконтактні ємнісні датчики «ТК ЕНЕРГО» ВБЕ.

Кількість – 2 шт.

Позначення на схемі – 1.2 та 1.3

5.2.2 Функціональний модуль 2 (ФМ2)

Призначений для обертання поворотного столика за допомогою вихідного валу черв'ячного редуктора.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 2.0

В якості керуючого пристрою використовуємо моностабільний 5-лінійний розподільник з пружиним поверненням, 2-х позиційний Festo VMEM-S-M52-M.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 2.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо безконтактні ємнісні датчики «ТК ЕНЕРГО» ВБЕ.

Кількість – 2 шт.

Позначення на схемі – 2.2 та 2.3

5.2.3 Функціональний модуль 3 (ФМ3)

Призначений для опускання механізму піднімання.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 3.0

В якості керуючого пристрою використовуємо моностабільний 5-лінійний розподільник з пружиним поверненням, 2-х позиційний Festo VMEM-S-M52-M.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 3.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо безконтактні ємнісні датчики «ТК ЕНЕРГО» ВБЕ.

Кількість – 2 шт.

Позначення на схемі – 3.2 та 3.3

5.2.4 Функціональний модуль 4 (ФМ4)

Призначений для центрування дзвіночка.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 4.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – бістабільний 5-лінійний розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням, 2-х позиційний Festo VHEM-PA-B52.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 4.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо безконтактні ємнісні датчики «ТК ЕНЕРГО» ВБЕ.

Кількість – 2 шт.

Позначення на схемі – 4.2 та 4.3

5.2.5 Функціональний модуль 5 (ФМ5)

Призначений для подачі рідини з ємнісного резервуара у вузол наповнення.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 5.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – бістабільний 5-лінійний розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням, 2-х позиційний Festo VHEM-PA-B52.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 5.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо:

1) контактний датчик Festo S-3-BE, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 5.2;

2) датчик тиску Festo SKDA-1.5-AB, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 5.3.

5.2.6 Функціональний модуль 6 (ФМ6)

Призначений для подачі рідини з вузла наповнення у пляшку.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 6.0

В якості керуючого пристрою використовуємо моностабільний 5-лінійний розподільник з пружинним поверненням, 2-х позиційний Festo VMEM-S-M52-M.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 6.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо:

1) контактний датчик Festo S-3-BE, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 6.2;

2) датчик тиску Festo SKDA-1.5-AB, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 6.3.

5.2.7 Функціональний модуль 7 (ФМ7)

Призначений для підйому механізму піднімання.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 7.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – бістабільний 5-лінійний розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням, 2-х позиційний Festo VHEM-PA-B52.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 7.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо:

1) контактний датчик Festo S-3-BE, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 7.2;

2) датчик тиску Festo SKDA-1.5-AB, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 7.3.

5.2.8 Функціональний модуль 8 (ФМ8)

Призначений для вилучення пляшок з вузла орієнтації.

В якості виконавчого пристрою виступає пневмоциліндр двосторонньої дії, поршневий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

Максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа)

Швидкість ходу поршня – 10 - 1000 мм/с,

Робоча температура – 5°C - +70°C.

Діаметр поршня – 40 мм.

Хід – 100 мм.

Марка деталі: “Pneumax” 1305.40.50.01 (ISO)

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 8.0

В якості керуючого пристрою використовуємо – бістабільний 5-лінійний розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням, 2-х позиційний Festo VHEM-PA-B52.

Кількість – 1 шт.

Позначення на схемі – 8.1

В якості датчиків положення штока циліндра використовуємо:

- 1) контактний датчик Festo S-3-BE, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 8.2;
- 2) датчик тиску Festo SKDA-1.5-AB, кількість – 1 шт., позначення на схемі – 8.3.

5.3 Виконання розробки логіки

Для знаходження логіки використовуємо метод функціонального графу.

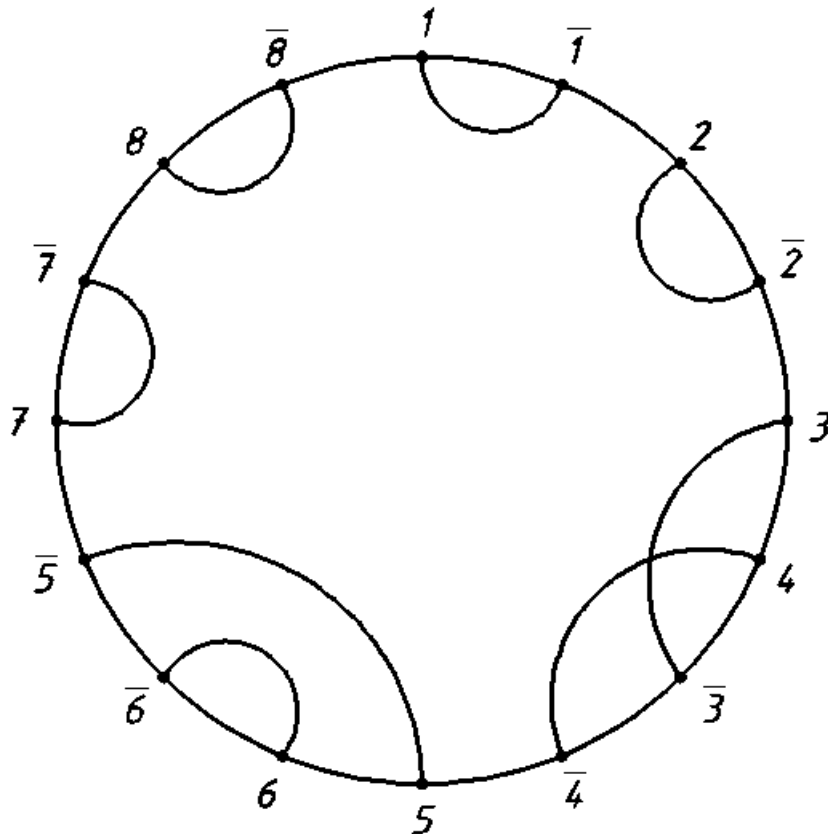


Рис.5.1 Функціональний граф по циклу

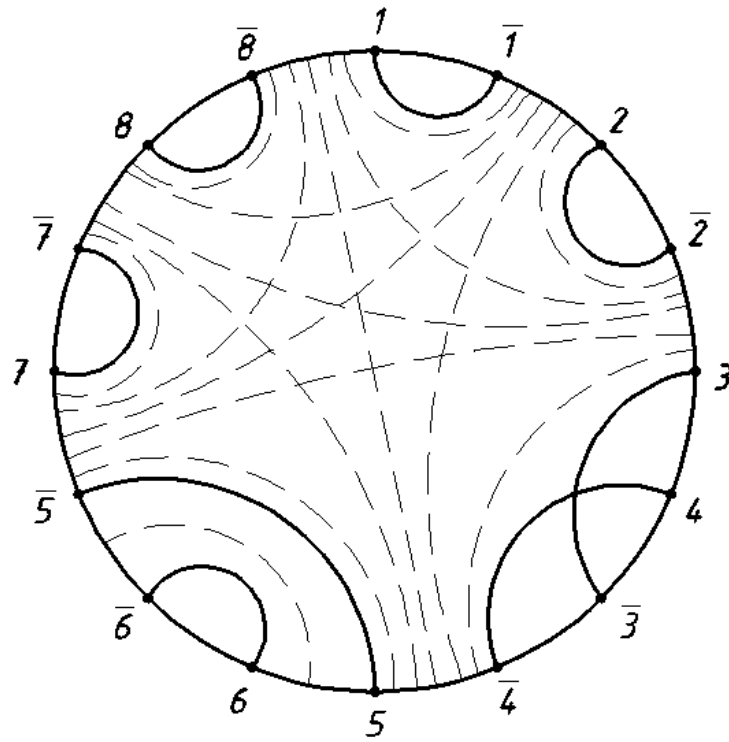


Рис.5.2 Функціональний граф по циклу з лініями невизначеності

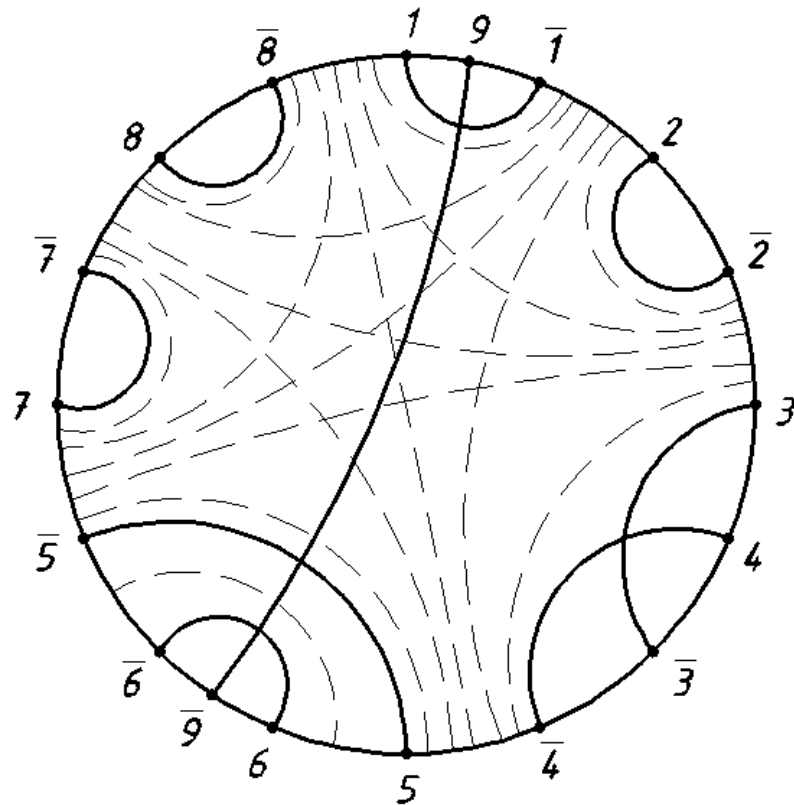


Рис.5.3 Функціональний граф по циклу з додаванням елементу пам'яті 9

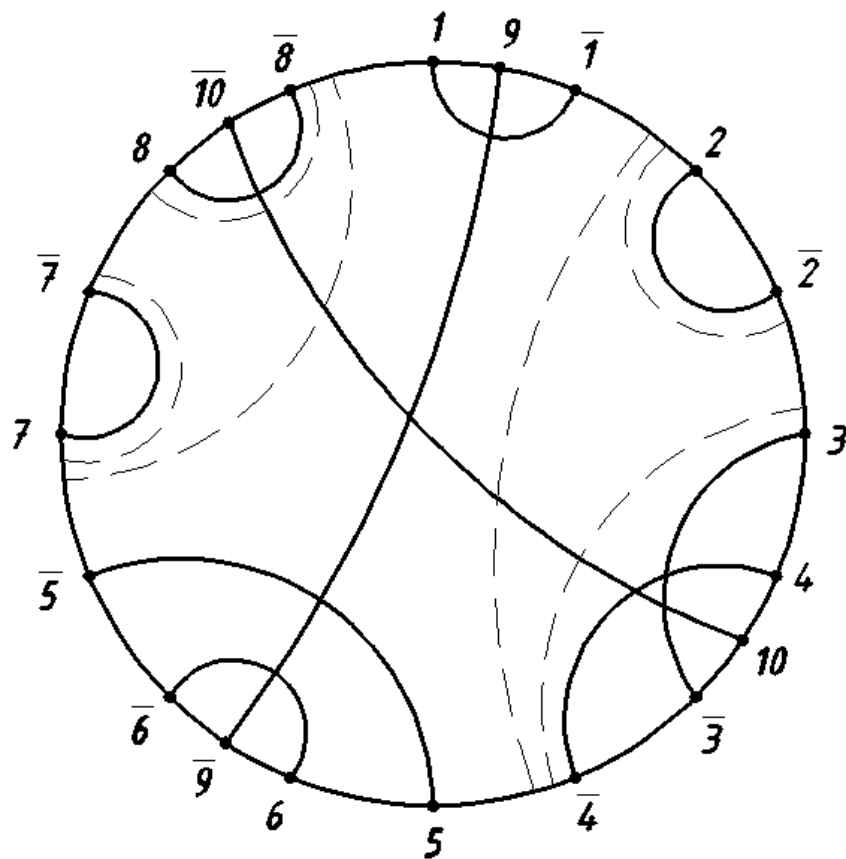


Рис.5.4 Функціональний граф по циклу з додаванням елементу пам'яті 10

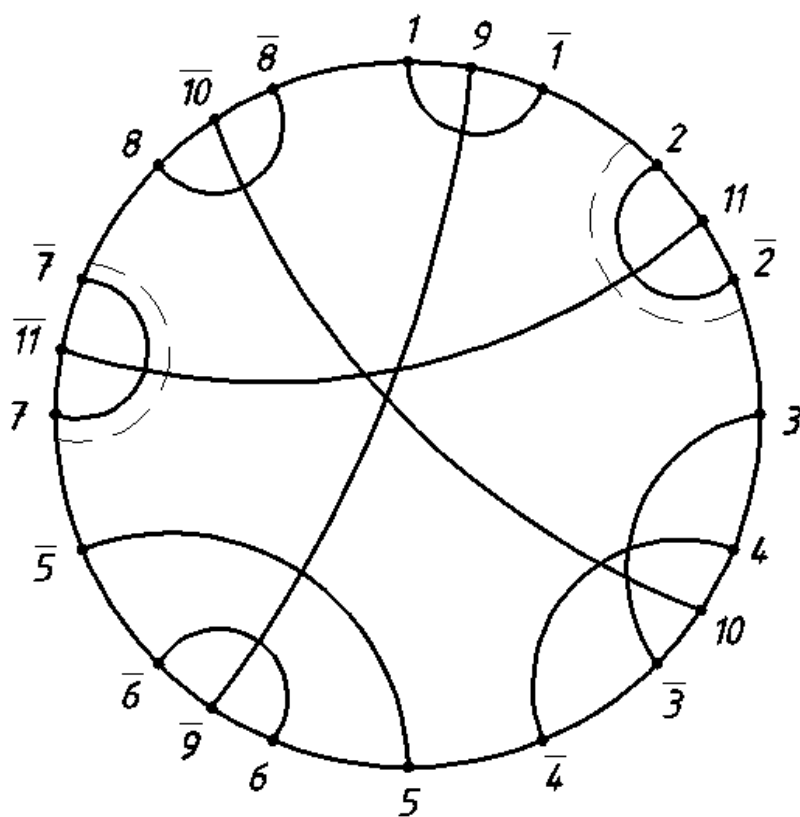


Рис.5.5 Функціональний граф по циклу з додаванням елементу пам'яті 11

5.4 Керуючі команди

Бістабільні:

$$Y_1 \leq X_{\bar{8}} \cdot X_{\bar{10}} \cdot X_{\bar{9}}$$

$$Y_2 \leq X_{\bar{1}} \cdot X_9 \cdot X_{\bar{11}}$$

$$Y_3 \leq X_{\bar{2}} \cdot X_{11} \cdot X_{\bar{10}}$$

$$Y_4 \leq X_3$$

$$Y_5 \leq X_{\bar{4}} \cdot X_{10} \cdot X_9$$

$$Y_6 \leq X_5 \cdot X_9$$

$$Y_7 \leq X_{\bar{5}} \cdot X_{\bar{9}} \cdot X_{11}$$

$$Y_8 \leq X_{\bar{7}} \cdot X_{\bar{11}} \cdot X_{10}$$

$$Y_9 \leq X_1$$

$$Y_{10} \leq X_4$$

$$Y_{11} \leq X_2$$

$$Y_{\bar{1}} \leq X_9$$

$$Y_{\bar{2}} \leq X_{11}$$

$$Y_{\bar{3}} \leq X_{10}$$

$$Y_{\bar{4}} \leq X_{\bar{3}}$$

$$Y_{\bar{5}} \leq X_{\bar{6}} \cdot X_{\bar{9}}$$

$$Y_{\bar{6}} \leq X_{\bar{9}}$$

$$Y_{\bar{7}} \leq X_{\bar{11}}$$

$$Y_{\bar{8}} \leq X_{\bar{10}}$$

$$Y_{\bar{9}} \leq X_6$$

$$Y_{\bar{10}} \leq X_8$$

$$Y_{\bar{11}} \leq X_7$$

Моностабільні:

$$Y_1 \leq X_{\bar{8}} \cdot X_{\bar{10}} \cdot X_{\bar{9}}$$

$$Y_2 \leq X_{\bar{1}} \cdot X_9 \cdot X_{\bar{11}}$$

$$Y_3 \leq X_{\bar{2}} \cdot X_{11} \cdot X_{\bar{10}}$$

$$Y_4 \leq \bar{X}_{\bar{3}}$$

$$Y_5 \leq X_{\bar{4}} \cdot X_{10} \cdot X_9 + \bar{X}_{\bar{6}}$$

$$Y_6 \leq X_5 \cdot X_9$$

$$Y_7 \leq X_{\bar{5}} \cdot X_{\bar{9}} \cdot X_{11}$$

$$Y_8 \leq X_{\bar{7}} \cdot X_{\bar{11}} \cdot X_{10}$$

$$Y_9 \leq X_1 + X_9 \cdot \bar{X}_6$$

$$Y_{10} \leq X_4 + X_{10} \cdot \bar{X}_8$$

$$Y_{11} \leq X_2 + X_{11} \cdot \bar{X}_7$$

Команди використані для даного завдання (1,2,3,6 – моностабільні; 4,5,7,8 – бістабільні; 9,10,11 – елементи пам'яті):

$$Y_1 \leq X_{\bar{8}} \cdot X_{\bar{10}} \cdot X_{\bar{9}}$$

$$Y_2 \leq X_{\bar{1}} \cdot X_9 \cdot X_{\bar{11}}$$

$$Y_3 \leq X_{\bar{2}} \cdot X_{11} \cdot X_{\bar{10}}$$

$$Y_4 \leq X_3$$

$$Y_{\bar{4}} \leq X_{\bar{3}}$$

$$Y_5 \leq X_{\bar{4}} \cdot X_{10} \cdot X_9$$

$$Y_{\bar{5}} \leq X_{\bar{6}} \cdot X_{\bar{9}}$$

$$Y_6 \leq X_5 \cdot X_9$$

$$Y_7 \leq X_{\bar{5}} \cdot X_{\bar{9}} \cdot X_{11}$$

$$Y_{\bar{7}} \leq X_{\bar{11}}$$

$$Y_8 \leq X_{\bar{7}} \cdot X_{\bar{11}} \cdot X_{10}$$

$$Y_{\bar{8}} \leq X_{\bar{10}}$$

$$Y_9 \leq X_1$$

$$Y_{\bar{9}} \leq X_6$$

$$Y_{10} \leq X_4$$

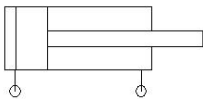
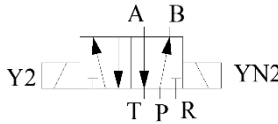
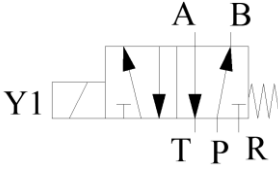
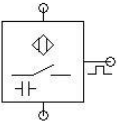
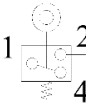




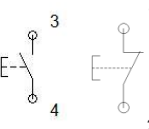
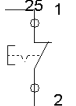
$$Y_{\bar{10}} \leq X_8$$

$$Y_{11} \leq X_2$$

$$Y_{\bar{11}} \leq X_7$$

Умовні позначення використаного обладнання

Таблиця 5.1

№	Назва	Схема позначення	Фірма виробник	Маркування	Кількість
1	Пневмоциліндр одноштоковий двосторонньої дії		“Pneumax”	1305.40.50.0 1 (ISO)	8
2	Розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електромагнітним керуванням		“Festo”	VHEM-PA-B52	4
3	Розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електромагнітним керуванням і пружинним поверненням		“Festo”	VMEM-S-M52-M	4
5	Ємнісний безконтактний датчик		"ТК ЭНЕРГО"	ВБЕ	8
6	Контактний датчик		“Festo”	S-3-BE	8
7	Реле		“Festo”	VPEV	18
8	НО ключ		“Festo”	P-22-SW	20
9	NC ключ		“Festo”	P-30-SW	12
10	Кнопка з перемикачем		“Festo”	T-22	8
11	Не фіксована кнопка		Wenzhou Xider Electric Co.	XB2-BS542	2
12	Кнопка аварійної зупинки		Triconex	3900A	1

Тип датчика	Сигнал	Кількість сигналів	Кількість реле
Безконтактний	X_I	1	1
Безконтактний	X_1	1	1
Безконтактний	X_2	1	1
Безконтактний	X_2	1	1
Безконтактний	X_3	1	1
Безконтактний	X_3	1	1
Безконтактний	X_4	1	1
Безконтактний	X_4	1	1
Контактний	X_5	1	0
Контактний	X_5	1	0
Контактний	X_6	1	0
Контактний	X_6	1	0
Контактний	X_7	1	0
Контактний	X_7	1	0
Контактний	X_8	1	0
Контактний	X_8	1	0
Елемент пам'яті	X_9	3	3
Елемент пам'яті	X_9	3	
Елемент пам'яті	X_{10}	3	3
Елемент пам'яті	X_{10}	2	
Елемент пам'яті	X_{11}	3	3
Елемент пам'яті	X_{11}	2	

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці та навколишнього середовища включає в себе наступні питання: безпека праці, усунення причин травматизму і попередження захворювань, аварійних ситуацій на виробництві, питання правової охорони праці.

Відповідно до теми магістерської дисертації «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату» при роботі лінії розробляються заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Під час роботи оператора, який знаходиться на робочому місці, площа та об'єм якого $S = 40 \text{ м}^2$, $V = 200 \text{ м}^3$ відповідно, було виявлено, що шкідливими та небезпечними факторами є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- виробнича вібрація;
- виробничий шум;
- повітря робочої зони;
- виробниче освітлення;
- пожежна небезпека.

Проведемо аналіз вище перерахованих шкідливих та небезпечних факторів [16].

6.1 Небезпека ураження електричним струмом

Відповідно до класифікації приміщень по ступеню небезпеки ураження електричним струмом, приміщення де розміщено лінія фасування рідин у скляні пляшки відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою (ПУЕ). За характером навколишнього середовища, приміщення характеризується як вологе (відносна вологість повітря в приміщенні приблизно 80%).

Для роботи лінії використовується струм напругою 220/380 В та частотою $f = 50$ Гц, що вимагає використовувати трьохфазну мережу з ізольованою нейтраллю. Ця мережа дозволяє використовувати дві робочі напруги - лінійну й фазову. Завдяки використанню мережа з ізольованою нейтраллю в ізольованому режимі зменшується небезпека ураження струмом при торканні до фазового дроту.

Засоби забезпечення електробезпеки діляться на дві категорії:

- а) захист в робочому режимі:
 - забезпечення недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, розташування на недосяжній висоті (більше 2,5 м), огорожа);
 - позначення на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення);
 - подвійна ізоляція;
 - огорожі, перила, інструмент з ізоляцією.
- б) захист в аварійному режимі:
 - захисне заземлення, $R_3=3,5$ Ом, що відповідає ГОСТ 12.1.030-82 [16].

6.2 Виробничий шум

Лінія фасування рідин у скляні пляшки працює в безперервному режимі тому шум, що утворюється під час роботи, є постійним.

Основним джерелом шуму при роботі лінії є рух пластинчатого транспортеру. У даному випадку за своєю природою шум механічний і гідроаеродинамічний. Середнє значення рівня звуку 75 дБА.

Для зниження шуму від пластинчатого транспортеру є пульт керування оператора захищений екраном, який встановлений між машиною й робочим місцем. Екран виконаний із силікатного скла товщиною 5 мм. Рівень шуму задовольняє норми ДСН 3.3.6.037-99.

Рівень шуму зменшують шляхом шумопоглинання. Для цього використовується облицювання з перфорованим покриттям та гіпсові плити. Для досягнення максимального ефекту шумопоглинання, облицюванням на гіпсовими плитами не менше ніж 60% внутрішньої площі.

При перевищенні шуму на робочому місці необхідно застосувати індивідуальні засоби захисту (шумоізоляційні навушники).

Для зменшення шуму від елементів лінії необхідно:

- слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах.
- виконати балансування валу;
- монтажні роботи виконувати з великою точністю [16].

6.3 Виробнича вібрація

Джерела вібрації виникають в наслідок дії неврівноважених сил:

- двигунів;
- валу;
- технологічного обладнання;
- інструменту й пристроїв.

Дія вібрації на організм людини викликає порушення нормальної роботи, призводить до різних захворювань (враженню центральної нервової системи, спазм кровоносних судин, окостеніння м'язів, відкладання солей у суглобах).

Захист дії від вібрації проводиться на всіх етапах підготовки та упродовженні машин, механізмів, виробничих процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації. Існують колективні та індивідуальні методи захисту від дії вібрації (амортизатори, пружини, еластичні підкладки які кладуться під обладнання, буфери, кожухи та ін.).

Згідно норм ДСН 3.3.6.039-99 вібрації вимірюється в децибелах, а її відносної частоти - герцах. Так при частота 6 герц викликає “морську хворобу”;

7 герц діє на внутрішні органи; 17 – 27 – страждає людина; 80 – відчувається вібрація в стопах та біль [16].

6.4 Виробниче освітлення

Для цеху висотою до 8м, у якому знаходиться лінія фасування рідин у скляні пляшки, передбачене природне й штучне освітлення. У відповідності по норм освітленості для даного обладнання та четвертого розряду зорових робіт нормоване значення освітлення $E_n = 200$ лк, коефіцієнт запасу $k = 1,8$.

Для освітлення приміщення використовуються металгалогенові газорозрядні лампи:

- тип лампи: ДРІ 400 ;
- потужність: 400 Вт ;
- світловий потік 38000 лм ;
- кількість: 18шт. ;
- довжина: 292 мм ;
- діаметр: 48 мм .

Лампи створюють світло, що за яскравістю наближається до природного.

Для приміщення також передбачене бокове освітлення (крізь світові отвори в зовнішніх стінах). Даний вид роботи (загальне постійне спостереження) має коефіцієнт природної освітленості КЕО дорівнює 1,2 %. У цеху є вісім вікон розміром 2,5х4 м. Згідно ДБН В2.5.2-8-2006 дорівнює 1,5% [16].

6.5 Повітря робочої зони

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури, швидкості руху повітря, відносної вологості, а також кількості шкідливих речовин, які виділяються машиною.

Необхідна швидкість повітря забезпечується системою проточно-витяжної вентиляції.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 умови роботи на лінії відносяться до категорії середньої тяжкості Па (енерговитрати 150...200 ккал/год).

Параметри метеорологічних умов повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88.

Фактичні параметри метеорологічних умов в робочій зоні складають:

- температура повітря – (293...296) К,
- відносна вологість – до 75%,
- швидкість руху повітря – 0,2 м/с.

Метеорологічні параметри забезпечуються проточно-витяжною вентиляцією в теплий період року та центральним опаленням – у холодний період року і відповідають ДСН 3.3.6.042-99 [16].

6.6 Пожежна безпека

1) Основним технологічним матеріалом при роботі є бензол з низькою температурою кипіння (приблизно 80°C).

2) У відповідності до ОНТП 24 – 86 приміщення для лінії фасування рідин у скляні пляшки відноситься до категорії В - пожежонебезпечні, так як містять горючі речовини, клас зони П – Па (ПУЕ). Згідно з СНІП 2.01.02-85 приміщення відноситься до першого ступеня вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. Площа поверхів у межах пожежних відсіків не обмежується. Ширина евакуиходів – **0,9 м**, згідно СНІП 2.09.02-85.

У приміщенні встановлені порошкові САМ 9, електричні оповісуювачі, які спрацьовують при підвищенні температури до критичного значення.

Засобом захисту від статичної електрики є заземлення, $R_3=100$ Ом

Первинним засобом гасіння пожежі є:

- ОУБ - 3А у кількості 10 шт.;
- ящики з піском - 6 шт [16].

7 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

7.1 Опис ідеї стартап-проекту

Стартап-проекту має на меті впровадження новітніх технологій у всі сфери діяльності людини від малого, середнього до великого бізнесу. Опис ідеї стартап-проекту наведений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Ідея проекту полягає в наданні повного спектру інженерних послуг	1.Інженерні послуги (розробка обладнання та модернізація обладнання) в галузі пакувального обладнання	Клієнт отримує розробку або модернізацію обладнання в короткі терміни, високої якості за більш низькою ціною.
	2.Дослідження та аналіз в галузі пакувального обладнання	Клієнт отримує можливість комплексно перевірити здатність обладнання до виготовлення певних видів продукту або обладнання та перевірити їх якісні властивості.
	3.Фінансова звітність та консалтингові послуги в галузі пакувального обладнання	Клієнт отримує можливість контролювати фінансову звітність та отримати консультування з питань у сфері фінансової, комерційної, технологічної, технічної діяльності.
	4.Розробка програмного забезпечення в галузі пакувального обладнання	Клієнт отримує можливість отримати, якісні та сучасні розробки.

Такий підхід дає можливість надати повний спектр послуг користувачу.

Також було проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно з пропозиціями конкурентів:

- визначено перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначено попередній перелік конкурентів, що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів;
- проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

В таблиці 7.2 наведено порівняльний аналіз показників ідеї проекту

Таблиця 7.2 Порівняльний аналіз показників ідеї проекту

№ п/п	Характеристики ідеї	(потенційні) послуги конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	ТетраПак	Ротекс	Профіт пак			
1.	Інженерні послуги в галузі пакувального обладнання	Має. Надає повний комплекс послуг.	Має. Надає комплекс послуг.	Має. Надає комплекс послуг.	Має. Надає комплекс послуг.	-	+	-
2.	Дослідження та аналіз в галузі пакувального обладнання	має	має	немає	немає	-	-	+
3.	Фінансова звітність та консалтингові послуги	має	має	немає	немає	-	-	+
4.	Розробка програмного забезпечення	має	немає	немає	немає	-	-	+
5.	Креативний дизайн апаратів пакувального обладнання	немає	має	має	має	+	-	-

Згідно з порівняльного аналізу можна зробити висновок, що стартап-проект є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності [17].

7.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит способу, за допомогою якого можна реалізувати ідею проекту та наведено його у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 Технологічна здійсненність ідеї стартап-проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Надання повного спектру інженерних послуг	Інтелектуальні ресурси підприємства включають інтелектуальну працю та інтелектуальні продукти, що будуть патентуватися по мірі створення. Створення веб сайту та оренда офісу з комп'ютерною технікою для роботи персоналу.	Дані технології існують. В розробці/добробці їх немає необхідності, оскільки ми будемо залучати вже освічених фахівців, що вже мають спеціальну інженерну освіту	Так, дані технології доступні.
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: нові конструкції апаратів пакувального обладнання				

З результатів технологічної здійсненності ідеї стартап-проекту очевидно, що методи реалізації є можливими [17].

7.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Основними операторами ринку є державні та приватні конструкторські відділи, які виконують роботу тільки на власні підприємства та організації, що виконують послуги в сфері інжинірингу.

Таблиця 7.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од.	180000000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Масштабність
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	85

За результатами аналізу таблиці можна зробити висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням [17].

7.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Розроблення ринкової стратегії передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
1	Малі приватні промислові підприємства пакувального обладнання	Висока	Високий	Мала	Висока
2	Великі промислові підприємства пакувального обладнання	Середня	Середній	Висока	Середня

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 7.6).

Таблиця 7.6 Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкуренто-спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Наступник	Концентрація на потребах одного цільового сегменту	Надання інженерних послуг малим промисловим підприємствам	Стратегія спеціалізації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 7.7).

Таблиця 7.7 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	На території України для малих і середніх підприємств проект не є першопрохідцем.	В планах компанії пошук нових споживачів та розширення своєї діяльності	Копіювання популярних послуг на ринку такі як: - Розробка програмного забезпечення - Аудит підприємства - Архітектура та дизайн	Стратегія виклику лідера

Відповідно до проведеного аналізу перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна так як на ринку мала кількість компаній яка надає такий спектр послуг. І має перспективи росту на ринку послуг який відновлюється [17].

ВИСНОВКИ

Розроблено пояснювальну записку магістерської дисертації на тему: «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату».

У пояснювальній записці виконано опис лінії фасування рідин у скляні пляшки, представлено її технічні характеристики та виконаний опис основних частин та принцип дії лінії.

Виконаний патентно–літературний огляд, у якому описано 10 патентів. Для модернізації розливного автомату було обрано патент [14], при якому процес фасування є «закритим» та мінімізується випаровування рідин у робоче середовище в промислових приміщеннях. Також, до розливного автомату було приєднано штампуючу голівку, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок. Це дозволяє зупинити випаровування рідини та вплив їх на людей та оточуюче середовище. Для модернізації пластинчатого транспортеру було обрано патент [9], сутність якого полягає в тому, що на пластинах встановлені ролики оснащені шарикопідшипниками, котрі котяться при русі пластин. Впровадження такої конструкції пластин дозволяє суттєво зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшує енергоємність транспортера, забезпечує можливість транспортування вантажів на великі відстані.

Також у бакалаврському проекті виконаний розділ охорони праці, у якому розглядалися небезпека ураження електричним струмом, небезпека впливу частин обладнання, які рухаються та обертаються, виробничий шум, виробнича вібрація, виробниче освітлення, повітря робочої зони та пожежна небезпека лінії фасування рідин у скляні пляшки.

Під час виконання пояснювальної записки було розглянуто питання стартап-проекту, у якому було виявлено, що з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коваленко І.В. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: навч. посіб. / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Норіта-плюс, 2007. – 216 с.
2. Кассиди Г.Дж. Окислительно-восстановительные полимеры: навч. посіб. / Г.Дж. Кассиди, К.А. Кун. – М.: Химия, 1967. – 214 с.
3. Жуков П.І. Розливний автомат. Руководство по уходу и обслуживанию: навч.посіб: / П.І. Жуков. – М.: Союзпродоформление, 1955. – 11 с.
4. Харитонов Н.Ф. Автоматы и поточные линии разлива вин: навч.посіб: / Н.Ф. Харитонов, Д.А. Ярмолинский. – М.: Машиностроение, 1967. – 59с.
5. Кольман-Иванов Э.Э. Машины химических производств: Атлас конструкций. / Э.Э. Кольман-Иванов, Ю.И. Гусев, И.Н. Карасев – М.: Машиностроение, 1981. – 117 с.
6. Заявка на винахід RU2649116 МПК В65G 17/10. Пластинчатый транспортер. Автор: Кариман С.А. – Опубл. 25.05.2016
7. Заявка на винахід RU2320525 МПК В65G 17/06, В65G23/14. Пластинчатый транспортер. Автор: Тарасов Ю.Д. – Опубл. 11.09.2006.
8. Заявка на винахід RU1701610 МПК В65G 17/06. Пластинчатый транспортер. Авторы: Ермолин Ю.К., Шед В.И., Чирков С.Г., Никитин А.С., Вольшонок З.С.. – Опубл. 30.12.1991.
9. Заявка на винахід US4930622 МПК В66В 21/02 . Пластинчатый транспортер. Авторы: Илледиц Томас, Крёйтер Лукас – Опубл. 05.06.1990.
10. Заявка на винахід RU2384508 МПК В65G 25/02. Пластинчатый транспортер. Авторы: Бойтхер Херберт, Кальбфляйш Вольфганг, Ное Андреас – Опубл. 26.12.2007.

11. Заявка на винахід RU2312058 B67D 1/07. Разливной автомат. Авторы: Кархафф Питер, Дикинсон Эдвард Л., Харвей Эндрю К., Колвек Эдвард М. – Оpubл. 10.12.2007
12. Заявка на винахід RU2472415 A47J 31/36. Разливной автомат. Авторы: Брезовник Петер, Павлович Хенрик, Седовсек Александер, Зибрет Игорь – Оpubл. 20.01.2013
13. Заявка на винахід RU81166 B65D 39/00. Закупорюющий пристрій для пляшки з рідиною. Авторы: Заець В.В., Проскурня И.М. – Оpubл. 10.03.2009.
14. Заявка на винахід RU2582947 G05D 16/06. Клапан регулювання тиску для розливних апаратів для напоїв з витісненням тиском. Авторы: Пирсман Даниель, Вандекеркхове Стийн – Оpubл. 16.12.2010.
15. Заявка на винахід RU2181339 B67D 5/56, B67C 3/02. Дифузійний апарат для розливних автоматів. Автор: Касталди Бруно – Оpubл. 20.04.2002.
16. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: навч. посіб. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський – К.: Основа, 2006 – 448 с.
17. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
18. Смирнов А.Б. Мехатроника и робототехника. Системы микроперемещений с пьезоэлектрическими приводами / А.Б. Смирнов – С-Пб.: СПбГЛУ, 2003 – 22 с.
19. Научно-технический и производственный журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ". Главный редактор - Филимонов Николай Борисович, д-р техн. наук, профессор.

РОЗРАХУНКИ (РР)

ЗМІСТ

1 Розрахунки які підтверджують працездатність та основні геометричні розміри	2
1.1 Кінематичні та параметричні розрахунки.....	2
1.1.1 Розрахунки пластинчатого транспортера.....	2
1.1.2 Вибір двигуна автомата для вилучення пляшок з ящиків..	7
1.1.3 Розрахунок розливного автомата	9
1.1.4 Розрахунок штампуєчо-укупорювального автомата.....	13
1.1.5 Розрахунок бракеражного автомата	14
1.1.6 Розрахунок етикетувального автомата	16
1.2 Розрахунки на міцність.....	18
1.2.1 Розрахунок з'єднання горличка пляшки з пробкою.....	18
1.2.2 Проектний розрахунок зубчастої передачі.....	18
1.2.3 Розрахунок сил у зачепленні.....	22
1.2.4 Розрахунок на міцність валу.....	25
1.2.5 Розрахунок болтового з'єднання на не розкриття стику..	26
1.3 Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції.....	27
2 Розрахунки виконані з допомогою обчислювальних систем	30
2.1 Розрахунок пляшки на міцність в системі «Весна».....	30
2.2 Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції на мові програмування Fortran.....	39
Перелік посилань.....	41

					<i>ЛУ71.109162.002-90РР</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Смірнов Д.Є.			Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату		
Перевір.		Коваленко І.В.					
Н. Контр.							
Затв.		Гондляр О.В.					
						Літ.	Арк.
							1
						Аркуші	41
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	

1 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ ЛІНІЇ ФАСУВАННЯ РІДИН У СКЛЯНІ ПЛЯШКИ

1.1 Кінематичні та параметричні розрахунки

1.1.1 Розрахунки пластинчатого транспортера

Розрахунок клинопасової передачі [1].

Вихідні дані для розрахунку потужності, що передається ведучим шківом:

$$P_1 = P_{д.сп} = \frac{P_n}{\eta}, \text{ де } \eta = 0,96,$$

$P_{д.сп.}=1,2\text{кВт}$, частотою обертання ведучого шківа $n_d=3000$ об/хв..., $U' = U_1$ - попереднє значення передаточного числа клинопасової передачі $U_i=5$

Згідно ГОСТ 12843 – 30 вибираємо переріз паса – А. Для прийнятого перерізу паса діаметр ведучого шківа $d_1 = 100\text{мм}$.

Колова швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \leq [V] = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 3000}{1000 \cdot 60} = 15,7 \text{ м/с} \leq 30 \text{ м/с}$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа

n_1 - частота обертання ведучого шківа

$[V]$ - допустима колова швидкість для даного перерізу паса, $[V]=30\text{м/с}$

Діаметр веденого шківа (орієнтовано):

$$d'_2 = d_1 \cdot U' \cdot (1 - \xi),$$

де ξ - коефіцієнт пружного ковзання паса, $\xi = 0,017$.

$$d'_2 = 100 \cdot 2,5 \cdot (1 - 0,017) = 246\text{мм}$$

За ГОСТ 20898 – 75 приймаємо $d_2 = 250\text{мм}$

Уточнюємо передаточне число:

$$U = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \xi)} = \frac{250}{100 \cdot (1 - 0,017)} = 2,54.$$

Відносна похибка передаточного числа:

$$\Delta = \left| \frac{U' - U}{U'} \right| \cdot 100\% \leq [\Delta] = 5\%$$

$$\frac{2,5 - 2,54}{2,5} \cdot 100\% = 1,6\% < 5\%$$

Фактична частота обертання веденого шківів:

$$n_2 = \frac{n_1}{U} = \frac{3000}{2,54} = 1181,1 \text{ об/хв.}$$

Міжосьова відстань (орієнтовано):

$$a' = \kappa \cdot d_2 = 1,1 \cdot 250 = 275 \text{ мм},$$

де $\kappa = 1,1$.

При цьому необхідне виконання умови:

$$2(d_1 + d_2) \geq a' \geq 0,55(d_1 + d_2) + h,$$

де h – висота перерізу паса $h = 8 \text{ мм}$,

$$2 \cdot (100 + 250) \geq 275 \geq 0,55 \cdot (100 + 250) + 8$$

$$700 \geq 275 \geq 200,5.$$

Розрахункова довжина паса:

$$L_p = 2 \times a' + \frac{\pi \times (d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \times a'} = 2 \times 275 + \frac{3,14 \times (250 + 100)}{2} + \frac{(250 - 100)^2 \cdot 4 \times 275}{4 \cdot 275} = 1119,9 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 1284.1 – 80 приймаємо $L = 1120 \text{ мм}$.

Число обертів паса:

$$U = \frac{V}{L} \leq [U] = 15 \text{ с}^{-1}$$

$$U = \frac{15,7}{1,12} = 14,01 < 15 \text{ с}^{-1}$$

Відповідно прийнятій довжині паса уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = 0,125 \left\{ 2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\} = \\ = 0,125 \cdot \left\{ 2 \cdot 120 - 3,14 \cdot (250 - 100) + \sqrt{[2 \cdot 1120 - 3,14 \cdot (250 + 100)]^2 - 8 \cdot (250 - 100)^2} \right\} = 275_{\text{мм}}$$

Кут обхвату ведучого шківа:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} \geq [\alpha_{\min}] = 120^\circ \\ \alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot \frac{250 - 100}{275} \geq 149^\circ > 120^\circ$$

Потрібна кількість пасів:

$$Z' = \frac{P_1}{P_0 \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_z} \leq 6(8)$$

P_0 - номінальна потужність, $P_0 = 0,6 \text{ кВт}$

C_p - коефіцієнт динамічності та режиму роботи передачі, $C_p = 0,83$

C_α - коефіцієнт кута обхвату, $C_\alpha = 0,92$

C_l - коефіцієнт, що враховує вплив на довговічність довжини паса, $C_l = 0,86$

C_z - коефіцієнт, що враховує число пасів у комплекті клинопасової передачі, $C_z = 0,95$

$$Z' = \frac{2,3}{1,2 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 0,95} = 3 < 6(8)$$

Час кінематичного циклу каруселі:

$$T_{\text{ц.к.}} = \frac{3600 \cdot n_{\text{с}}}{Q} = \frac{3600 \cdot 10}{6000} = 6 \text{ сек};$$

$n_{\text{с}}$ - кількість гнізд

Q - продуктивність.

Частота обертання каруселі:

$$n_{\text{к}} = \frac{60}{T_{\text{к.ц}}} = \frac{60}{6} = 10 \text{ об/хв}$$

Лінійна швидкість:

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10}{60} = 0,26 \text{ м/с.}$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_e}{30} = \frac{3,14 \cdot 10}{30} = 1,04 \text{ рад/с.}$$

Зірка подавальна:

$$t_k = \frac{2 \cdot \pi}{n_3} = \frac{2 \cdot 180}{10} = 36^\circ$$

$$t_3 = \frac{2 \cdot \pi}{n_{3p}} = \frac{2 \cdot 180}{10} = 36^\circ$$

t_k, t_3 – крок відповідно каруселі і зірки

Частота обертання зірки

$$n_{3p} = 2 \cdot n_k = 2 \cdot 10 = 20 \text{ об/хв.}$$

Кутова і лінійна швидкість зірок:

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_{3p}}{30} = \frac{3,14 \cdot 20}{30} = 2,09 \text{ рад/с.}$$

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_z \cdot n_{3p}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 20}{60} = 0,52 \text{ м/с.}$$

Знаходимо частоту обертання, яку повинен забезпечувати електродвигун АИР80А2У3 з частотним регулятором 1,2кВт з частотою обертання 3000 об/хв..

$$N_d = n_k \cdot U_{4-3} \cdot U_{2-1} \cdot U_{ред} = 10 \cdot 6,25 \cdot 3 \cdot 16 = 3000 \text{ об/хв.}$$

$U_{4-3}, U_{2-1}, U_{ред}$ – відповідно передаточні числа відкритих циліндричних передач і редуктора.

$$\omega_d = \frac{\pi \cdot n_d}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ рад/с.}$$

Вибір електродвигуна

Загальне (приблизне) значення передаточного числа для двигуна:

$$\tilde{U} = \frac{3000}{n};$$

де n – частота обертання, $n = 600 \text{ об/хв.}$

$$\tilde{U} = \frac{3000}{600} = 5.$$

Виходячи з кінематичної схеми приводу, загальне передаточне число $U_0 = U_1$, де U_1 – передаточне число клинопасової передачі. Для клинопасової прередачі рекомендований інтервал передаточних чисел $U = 2 \dots 5$, тому $U_{\min} = 2$; $U_{\max} = 5$

Порівнюючи загальні (приблизні) передаточні числа кожного з чотирьох електродвигунів з мінімальним максимальним передаточними числами та беручи до уваги умову $U_{\min} < \tilde{U}_i < U_{\max}$, отримаємо $U_i=5$. Згідно ГОСТ 195823 – 81 вибираємо двигун 4A90L2Y3 з потужністю $P_H=1,2$ кВт; частотою обертання $n_d=3000$ об/хв.

Розрахунок споживаної потужності

Визначаємо втрати енергії:

..

$$I \varphi = M_{\text{пр}} - \Sigma M_{\text{оп}}$$

$$\Sigma M_{\text{оп}} = M_{\text{кар}} + 2 M_{\text{зір}} + M_{\text{конв}} + M_{\text{шнека}},$$

де $M_{\text{пр}}$ – приведений момент;

$\Sigma M_{\text{оп}}$ -сумарний момент опору робочих органів.

$$M_{\text{кар}} = G_k \cdot d_v / 2 \cdot f_{\text{оп}} \cdot K_{\text{зап}} = 1020 \cdot 0,075 / 2 \cdot 0,2 \cdot 1,25 = 9,56 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{зір}} = G_{\text{зір}} \cdot d_{v2} / 2 \cdot f_{\text{оп}} \cdot K_{\text{зап}} = 15 \cdot 0,035 / 2 \cdot 0,1 \cdot 1,25 = 0,049 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{шнека}} \approx M_{\text{зір}} / \eta_{\text{мех}} = 0,049 / 0,63 = 0,07 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Значний опір також виникає за рахунок ущільнювачів, тому візьмемо його рівним опору зірок:

$$M_y = M_{\text{зір}} = 0,049 \text{ Н}\cdot\text{м}, \text{ а } M_{\text{конв}} = 9,12 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Сумарний момент опору дорівнює:

$$\Sigma M_{\text{оп}} = 9,5 + 2 \cdot 0,049 + 0,07 + 0,049 + 9,12 = 18,83 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Приведений момент:

$$M_{\text{пр}} = I \frac{\omega^2}{t_{\text{розг}}}$$

Кутова швидкість :

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 4}{30} = 0,42 \text{ рад/с}$$

Момент інерції каруселі :

$$I = G_k \cdot R^2 = 10006,2 \cdot \left(\frac{0,8}{2}\right)^2 = 4863 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$G_k = m \cdot g = 1020 \cdot 9,81 = 10006,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{пр}} = I \frac{\omega^2}{t_{\text{розг}}} + \Sigma M_{\text{оп}} = 4863 \cdot \frac{0,42^2}{0,7} + 18,83 = 1131 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знаходимо потужність приводу:

$$N = N_{\text{кар}} + N_{\text{конв}}, \text{ де}$$

Потужність каруселі:

$$N_{\text{кар}} = \frac{M \cdot \omega}{1000 \cdot \eta} = \frac{1131 \cdot 0,42}{1000 \cdot 0,74} = 0,64 \text{ кВт}$$

$W_T = 986 \text{ Н}$ – тягове зусилля пластинчатого транспортера

Потужність транспортера:

$$N_{\text{конв}} = \frac{W_T \cdot V}{1000 \cdot \eta} = \frac{986 \cdot 0,172}{1000 \cdot 0,64} = 0,27 \text{ кВт.}$$

$$N = 0,64 + 0,27 = 0,91 \text{ кВт.}$$

Отже, двигун до транспортера підібраний вірно – 1,1 кВт.

1.1.2 Вибір двигуна автомату для вилучення пляшок з ящиків

Вихідні дані:

ККД пари підшипників приводного валу: $\eta_n = 0,985$.

Номінальний момент обертання на приводному валу автомату, Нм :

$$T = \frac{F_t \cdot D}{2} = \frac{4250 \cdot 0,4}{2} = 850 \text{ .}$$

Номінальний момент обертання на тихохідному валу редуктора при наявності пружної муфти, Нм:

$$T_T = \frac{T_n}{\eta} = \frac{600}{0,99} = 653 \text{ .}$$

Частота обертання приводного валу, с^{-1} :

$$n_n = \frac{60000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{60000 \cdot 0,55}{3,14 \cdot 400} \cdot 60 = 1576$$

Частота обертання тихохідного валу, с^{-1} :

$$n_T = n_n = 1576.$$

Номінальна потужність на тихохідному валу редуктора, кВт:

$$P_n = \frac{T_n \cdot n_n}{9550} = \frac{850 \cdot 26,27}{9550} = 2,34.$$

Споживча потужність асинхронного двигуна, кВт:

$$P_{\Sigma n} = \frac{P_{np}}{\eta} = \frac{2,34}{0,772} = 3,02,$$

$$\text{де: } \eta = \eta_n \cdot \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{чер}} \cdot \eta_{\text{муф}} = 0,99 \cdot 0,985 \cdot 0,8 \cdot 0,99 = 0,772;$$

Приймаємо $P_{\Sigma n} = 3$ кВт.

Максимальне передавальне число черв'ячного редуктора: $u'_0 = 60$.

Максимально можлива частота обертання валу електродвигуна при наявності пружної муфти, с^{-1} :

$$n_{\Sigma \text{БМ}} = n_T \cdot u'_0 \cdot 60 = 26,27 \cdot 60 \cdot 60 = 94572.$$

Таким чином, вибираємо наступний двигун: *АИРІМ100S/1410*, $P = 3$ кВт,
 $n_{\Sigma \text{д}} = 84600 \text{ с}^{-1}$.

Передаточне число редуктора:

$$u_p = \frac{n_{\Sigma \text{д}}}{n_T} = \frac{84600}{1576} = 53,68;$$

Приймаємо $u_p = 54$.

Крутний момент на валу електродвигуна, Н·м:

$$T_{\Sigma \text{д}} = 9550 \cdot \frac{P_{\Sigma \text{д}}}{n_{\Sigma \text{д}}} = 9550 \cdot \frac{3}{1410} = 20,319.$$

1.1.3 Розрахунок розливного автомату

Визначення часу наповнення пляшок рідиною при гравітаційному наповненню [2].

Гравітаційний метод розливу може здійснюватись з дозуванням рідини за об'ємом або за рівнем. В залежності від виду дозування час наповнення пляшки одним об'ємом змінюється. Введемо наступні позначення:

H_n – початкова висота рідини в резервуарі, $H_n = 0,079$;

μ - коефіцієнт витрати, $\mu = 0,89$;

H – змінна висота рідини;

f – площа перетину в дні каналу, $f = 0,000154 \text{ м}^2$;

$$\tau = \frac{2F\sqrt{H_n}}{\mu f \sqrt{2g}} = \frac{2FH_n}{\mu f \sqrt{2gH_n}} = \frac{2V}{\mu f \sqrt{2gH_n}},$$

$$\tau = \frac{2V}{\mu f \sqrt{2gH_n}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{0,89 \cdot 154 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,079}} = 5,86 \approx 6 \text{ с},$$

Визначення часу наповнення дозувального стакану:

$$\tau_c = \frac{2V}{\mu f \sqrt{2gh_n}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{0,89 \cdot 154 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,25}} = 2,97 \approx 3 \text{ с},$$

де h_n – відстань від днища витратного резервуару, см;

Повна висота напору в витратному резервуарі:

$$H = H_1 + h_n,$$

де H_1 – глибина занурення поплавка в витратному резервуарі,

$$H_1 = \frac{4G}{\pi d_n^2 \gamma} = \frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot 57^2 \cdot 0,01} = 1,2 \text{ см},$$

де d_n – діаметр поплавка, $d_n = 57 \text{ см}$;

G – маса поплавка, $G = 30 \text{ Н}$;

γ - густина рідини, $\gamma = 0,01 \text{ Н/см}^3$;

$$H = 1,2 + 2,25 = 3,45 \text{ см}.$$

Продуктивність розливного автомату.

Продуктивність автомата повинна відповідати існуючому параметричному ряду продуктивності лінії розливу рідин.

При відомому часі наповнення пляшки $\tau = 6$ с. та куті оберту при безпосередньому наповненні пляшки $\alpha = 125^\circ$ (кут на який повертається карусель від початку до кінця наповнення пляшки) можна визначити час кінематичного циклу автомату:

$$T = \frac{360 \cdot \tau}{\alpha} = \frac{360 \cdot 6}{125} = 17,275 \text{ с}$$

Продуктивність автомату визначаємо:

$$Q = \frac{3600}{T} \cdot m = \frac{3600}{17,275} \cdot 12 = 2500 \text{ пл/год}$$

де $m = 12$, кількість дозувальних приладів.

Необхідна кількість одночасно працюючих дозувальних приладів:

$$m^{\text{н}} = \frac{Q \tau}{3600} = \frac{2500 \cdot 6}{3600} = 4,16 \approx 5 \text{ шт.}$$

ККД використання дозуючих приладів :

$$\eta = \frac{m^{\text{н}}}{m} = \frac{5}{12} = 0,42.$$

Загальна довжина кола, яку проходять дозувальні прилади:

$$L = \pi D = 3,14 \cdot 0,416 = 1,306 \text{ м,}$$

де $D = 0,416 \text{ м}$ – діаметр кола, проведений через центри дозувального приладу.

Виходячи зі співвідношення :

$$\frac{L}{360} = \frac{L^{\text{н}}}{125} \rightarrow \frac{1,306}{360} = \frac{L^{\text{н}}}{125} \rightarrow L^{\text{н}} = \frac{1,306 \cdot 125}{180} = 0,453 \text{ м,}$$

де $L^{\text{н}}$ – довжина кола яку проходить дозуючий прилад при заповненні рідиною.

Кутова швидкість обертання каруселі автомата:

$$\omega = \frac{L^{\text{н}}}{\tau} = \frac{0,454}{6} = 0,076 \text{ об/с} = 4,54 \text{ об/год}$$

Розрахунок витрати рідини.

Гідравлічний розрахунок автомата зводиться до визначення витрати рідини. З формули Шифрінсона коефіцієнт гідравлічного тертя по довжині газової трубки:

$$\lambda_{\bar{a}} = 0,11 \left(\frac{1,46\Delta}{d_{\bar{a}}} \right)^{1/4} = 0,11 \left(\frac{1,46 \cdot 0,014}{4} \right)^{1/4} = 0,0294$$

де $\Delta=0,014$ мм – абсолютна шорсткість внутрішніх стінок газової трубки;
 $d_{\Gamma}=4$ мм – діаметр газової трубки.

Коефіцієнт витрати газового каналу

$$\mu_{\bar{a}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{\bar{a}\bar{o}} + \xi_{i\bar{a}} + \lambda \frac{l_{\bar{a}}}{d_{\bar{a}}}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,15 + 1,1 + 0,0294 \frac{13,6}{0,4}}} = 0,556,$$

де $\xi_{\text{вх.}}=0,15$ – коефіцієнт опору газової трубки;

$\xi_{\text{пов}}=1,1$ – коефіцієнт опору газової трубки з урахуванням повороту каналу на 90° ;

$L_{\Gamma}=13,6$ см – довжина газової трубки.

Коефіцієнт витрати розливної системи

$$\mu_s = \frac{\omega_c}{\sqrt{1 + \frac{\gamma_{\bar{a}}}{\gamma} \left(\frac{\mu_c f_0}{\mu_{\bar{a}} f_{\bar{a}}} \right)^2}} = \frac{0,376}{\sqrt{1 + \frac{1,293}{1000} \left(\frac{0,376 \cdot 0,819}{0,556 \cdot 0,1256} \right)^2}} = 0,371$$

де $\gamma=1000$ Н/м³ – густина розливної рідини;

$\gamma_{\Gamma}=1,293$ Н/м³ – густина повітря;

$f_{\Gamma}=0,1256$ см² – площа вихідного отвору газової трубки.

Зниження витрати зливної системи складає

$$\frac{\mu_c - \mu_s}{\mu_c} 100 = \frac{0,376 - 0,371}{0,376} 100 = 1,33\%.$$

де $\mu_c=0,376$ – коефіцієнт витрати зливного каналу.

Витрата рідини:

$$q = \mu_s f_0 \sqrt{2g \left(h - \frac{\Delta p}{\gamma} \right)} = 0,371 \cdot 0,819 \sqrt{1962 \cdot 100} = 135 \text{ см}^3/\text{сек.}$$

Розрахунок витрати енергії на обертання каруселі автомату.

Опір руху каруселі автомату від дії механізму підйому пляшок :

Z – кількість плунжерів, одночасно рухаючись по горизонтальній ділянці копіра за допомогою роликів, $Z= 2$;

K – коефіцієнт тертя кочення підшипника ролика, $K = 0,89$;

K^l - умовний коефіцієнт тертя кочення підшипника, переведений до валу,

$K^l = 0,8$;

d_k – діаметр кола по центрам роликів підшипників, $d_k = 0,005\text{м}$;

D – діаметр підшипника, $D = 0,1\text{м}$;

N – зусилля стискання пружини в плунжері, $N = 300\text{Н}$;

G – маса підйомного столика з пляшкою, наповненою рідиною, $G = 30\text{Н}$.

Сила опору перекошування роликів плунжерів по горизонтальній ділянці копіра:

$$P_1 = z(N + G) \frac{2K + K^l d_k}{D} = 2 \cdot (300 + 30) \frac{2 \cdot 0,89 + 0,8 \cdot 0,005}{0,1} = 12012\text{Н},$$

Сила опору перекошування роликів плунжеру по виступаючій ділянці копіра (з урахування кута підйому копіра):

$$P_2 = ((N + G_1) \sin \alpha + \cos \alpha \frac{2K + K^l d}{D}) \cdot \frac{1}{\cos \alpha} =$$
$$= ((300 + 25) \cdot 0,707 + 0,707 \cdot \frac{2 \cdot 0,89 + 0,8 \cdot 0,005}{0,1}) \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = 247,62\text{Н},$$

де α - кут підйому профілю копіра, $\alpha = 45^\circ$,

G_1 – вага підйомного столика з порожньою пляшкою, $G_1 = 25\text{Н}$.

Сумарна сила опору руху роликів, які знаходяться у контакті з копіром:

$$P = P_1 + P_2 = 12012 + 247,62 = 12259,62\text{ Н}$$

Крутий момент на валу каруселі, який виникає через опір механізму підйому пляшок:

$$M_{кр} = PR = 12259,62 \cdot 0,016 = 196,15\text{ Нм},$$

де R – радіус копіра, $R = 0,016\text{м}$

Потужність необхідна на перекошування роликів плунжерів по копіру:

$$N_1 = \frac{M_{кр} n}{7162 \cdot 1,36} = \frac{196,15 \cdot 4,54}{7162 \cdot 1,36} = 0,09\text{кВт},$$

де n – швидкість обертання валу об/хв.

Потужність необхідна на обертання каруселі, без врахування опору механізму підйому пляшок:

$$N_2 = \frac{G_2 K' \pi d_1 n}{6 \cdot 1000 \cdot 102} = \frac{5000 \cdot 0,8 \cdot 3,14 \cdot 22,8 \cdot 4,54}{6 \cdot 1000 \cdot 102} = 0,213 \text{ кВт},$$

де G_2 – вага всіх деталей каруселі і головного валу, Н;

K' – умовний, приведений до валу, коефіцієнт тертя кочення підшипника;

d_1 – діаметр кола, проведеного до центрів роликів підшипника головного валу, Н.

Потужність на валу автомата:

$$P_1 = \frac{N_1 + N_2}{\eta_k} = \frac{0,09 + 0,379}{0,8} = 0,378 \text{ Н}$$

1.1.4 Розрахунок штампуєчо-укупорювального автомата

Продуктивність лінійних автоматів для укупорювання пляшок з періодичним рухом конвеєра з пляшко носіями залежить від тривалості кінематичного циклу, по закінченні якого відбувається вивантаження пляшок з чергового носія, і від числа потоків (кількості пляшок у носії) [3]. Тому часову теоретичну продуктивність автомату можна виразити як частоту повторення кінематичних циклів:

$$Q = 3600 \frac{m}{\tau} = 3600 \cdot (10/6) = 6000 \text{ пл/год},$$

де m – кількість потоків у носії машини, $m=10$;

τ – тривалість кінематичного циклу в сек.

Повний час кінематичного циклу автомату:

$$\tau = \tau_0 + \tau_1, \text{ с}$$

де τ_0 – час спокою (простою) робочого органу в с;

τ_1 – час руху робочого органу в с;

$$\tau_0 = \alpha \cdot \tau = 3600 \frac{\alpha \cdot m}{Q}, \text{ с};$$

$$\tau_1 = \beta \cdot \tau = 3600 \frac{\beta \cdot m}{Q}, \text{ с};$$

де α – час циклу, який затрачується на зупинку;

β – час циклу, який затрачується на рух.

В сучасних автоматах для очистки пляшок повний час кінематичного циклу коливається в межах 5,5 с до 14,4 с, а час руху робочого органу в середньому складає $\beta = 31,5\%$, а час спокою – $\alpha = 68,5\%$, тому прийемо, що час кінематичного циклу складає 6 с і розрахуємо час простою і руху робочого органу відповідно:

$$\tau_0 = \alpha \cdot \tau = 0,685 \cdot 6 = 4,11 \text{ с};$$

$$\tau_0 = \beta \cdot \tau = 0,315 \cdot 6 = 1,89 \text{ с}.$$

Важливим показником характеристики укупорочного автомату є повний час, протягом якого пляшки знаходяться в машині з моменту надходження її до моменту виходу. Тривалість технологічного циклу:

$$T = n\tau = 1 \cdot 6 = 6 \text{ сек}$$

де n - кількість носіїв, завантажених пляшками.

Теоретичне число пляшок, які одночасно знаходяться в автоматі
 $M_6 = Q \cdot T / 6000 = 6000 \cdot 6 / 3600 = 10 \text{ шт.}$

1.1.5 Розрахунок бракеражного автомату

Продуктивність інспекційних автоматів з періодичним рухом залежить від кількості пляшок, які розглядаються одночасно, що містяться в касеті та продовження кінематичного циклу, по закінченню котрого відбувається почергове вивантаження партій пляшок.

Погодинна теоретична продуктивність при відомому часу кінематичного циклу:

$$Q = \frac{3600}{\tau} \cdot m = \frac{3600}{9,6} \cdot 8 = 3000 \text{ шт/год},$$

де m – кількість пляшок в касеті, $m = 8$;

τ – час кінематичного циклу, $\tau = 9,6 \text{ с}$.

В кінематичному розрахунку інспекційних автоматів з періодичним рухом швидкість обертання приводного валу:

$$n = \frac{Q}{60m_1} = \frac{3000}{60 \cdot 6} = 8,33 \text{ об/хв},$$

де – кількість циклів, $m_1=6$ шт/хв.

Загальне передавальне число складає:

$$i = \frac{n_{\text{дв}}}{n} = \frac{900}{8,33} = 108,$$

В загальному випадку необхідна потужність:

$$N = \frac{Mn}{97400\eta},$$

де M – момент, що виникає при русі касети, Нм,

η - ККД автомата, $\eta = 0,75$.

На валу касети діє момент сил інерції, виникаючий через непостійність кутової швидкості передачі. Момент, приведений до валу електродвигуна при встановленому русі:

$$M = M_c + J \frac{\omega}{t_1} = 37,1 + 1,15 \cdot \frac{94,17}{1} = 145,43 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де M_c – момент статичного опору руху касети;

J – момент інерції касети;

ω - кутова швидкість валу електродвигуна;

t_1 – час розгону, $t_1 = 1$ с.

Момент статичного опору:

$$M_c = \frac{PD}{4} = \frac{280 \cdot 0,53}{4} = 37,1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де P – вага касети с пляшками, $P=280$ Н;

D – діаметр касети, $D = 0,53$ м.

Момент інерції касети:

$$J = \frac{PD^2}{7g} = \frac{280 \cdot 0,53^2}{7 \cdot 9,81} = 1,15 \text{ Нм} \cdot \text{с}^2$$

Кутова швидкість двигуна:

$$\omega = \frac{\pi n i}{30} = \frac{3,14 \cdot 8,33 \cdot 108}{30} = 94,17 \text{ с}^{-1}$$

Необхідна потужність:

$$N = \frac{145,43 \cdot 900}{97400 \cdot 0,75} = 1,8 \text{ кВт}$$

1.1.6 Розрахунок етикетувального автомату

Кутова швидкість обертання барабана вакуумного, рад / с:

$$\omega_6 = \frac{\pi Q}{1800u} = \frac{3,14 \cdot 5000}{1800 \cdot 6} = 1,45$$

де Q - продуктивність, пляшок / год;

u - кількість сегментів етикетопереносників, шт, U = 6 шт.

Швидкість переміщення пляшок шнеком, м/с:

$$v_{\text{ш}} = t\omega_{\text{ш}} = 0,04 \cdot 8,72 = 0,35$$

де t - крок шнека, м (приймається рівним діаметру пляшок);

$\omega_{\text{ш}}$ - кутова швидкість обертання шнека, рад / с.

Швидкість руху пластинчастого транспортера, м / с,

$$v_{\text{тр}} = kv_{\text{ш}} = 1,3 \cdot 0,35 = 0,45$$

де k - коефіцієнт, що враховує прослизання пляшок на транспортері (k = 1,2 ... 1,3).

Кутова швидкість обертання ведучого ролика накатного транспортера визначається з умови рівності лінійних швидкостей накатного транспортера і кочення пляшки по гумовій подушці, ω_1 , рад / с:

$$\omega_1 = D_6 \omega_6 / D_3,$$

де D_6 і D_3 - діаметр барабана і ведучого ролика, м.

Кутова швидкість намазного ролика повинна відповідати кутовій швидкості вакуумного барабану для забезпечення оптимальних умов нанесення клею на етикетку. Кутова швидкість обертання ролика, ω_p , рад / с:

$$\omega_p = D_6 \omega_6 / D_{\text{н.р.}} = 0,04 \cdot 1,45 / 0,04 = 1,45$$

де $D_{\text{н.р.}}$ - діаметр намазного ролика, м (= 0,040 м).

Розрахунок витрати потужності.

Розрахунок енергії, споживаної лінійним етикетувальним автоматом типу ВЕМ, зводиться до визначення всіх витрат потужності, необхідних для приводу кожного механізму:

$$N = N_M + N_n + N_H + N_K + N_{\zeta} + N_{Tr} = 0,4 + 0,2 + 0,5 + 0,5 + 0,4 + 0,7 = 2,7 \text{ кВт},$$

де N_M , N_n , N_H , N_K , N_{ζ} , N_{Tr} - відповідно потужність, необхідна для приводу механізмів хитання магазинів, механізмів переміщення магазинів, накатного транспортера, клейового механізму, вакуумного барабана, еластичного транспортера.

Потужність, необхідна для приводу механізмів хитання етикетних магазинів, кВт,

$$N_M = N_{M1} + N_{M2} = 0,2 + 0,2 = 0,4$$

де N_{M1} - потужність, необхідна для приводу кулачкових механізмів, кВт,

$$N_{M1} = 10^{-3} \cdot F_1 \cdot r_1 \cdot \omega_K = 10^{-3} \cdot 45 \cdot 0,018 \cdot 1,3 = 0,2$$

тут F_1 - зусилля на ролику, Н ($F_1 = 45$ Н);

r_1 - відстань від точки прикладання сили до осі важеля, м ($r_1 = 0,018$ м);

ω_K - кутова швидкість обертання кулачка, рад / с;

N_{M2} - потужність, необхідна на подолання тертя ролика, кВт,

$$N_{M2} = 10^{-3} F_1 f_n \omega_K r_K / r_p = 10^{-3} \cdot 45 \cdot 0,004 \cdot 1,3 \cdot 0,03 / 0,006 = 0,2$$

тут f - коефіцієнт тертя ковзання сталі по бронзі ($f = 0,8$);

r_n , r_K і r_p - відповідно радіуси пальця, кулачка і ролика, м ($r_n = 0,004$ м, $r_K = 0,030$ м і $r_p = 0,006$ м).

Потужність, що витрачається на переміщення магазинів включає потужності необхідні для приводу механізмів хитання важеля, переміщення плити і касети (в розрахунку приймаємо $N_n = 0,2$ кВт).

1.2 Розрахунки на міцність

1.2.1 Розрахунок з'єднання горличка пляшки з пробкою

Основна умова надійного укупорювання, при якій з'єднання пляшки і пробки витримують осьове навантаження P , полягає у створенні потрібного питомого тиску:

$$P = \frac{P}{f \pi d l} \text{ Н/мм}^2,$$

$$P = \frac{19,2}{20 \cdot 16 \cdot 0,3} = 0,2 \text{ Н/мм}^2,$$

де d і l – розміри з'єднувальних поверхонь пробки,

f – коефіцієнт тертя.

1.2.2 Проектний розрахунок зубчастої передачі

Вихідні дані:

$\psi_{ba} = 0,3$ - для відкритої передачі;

$K_{H\beta} = 1,1$;

$K_a = 495 \text{ МПа}$ - Для сталевих коліс (для відкритої передачі).

Мінімальна міжосьова відстань:

$$\begin{aligned} a_{\min} &= K_a \cdot (i+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{H\beta}}{i \cdot \psi_{ba} \cdot [\sigma]_H^2}} = \\ &= 495 \cdot (10,22+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{1813 \cdot 1,1}{10,22 \cdot 0,3 \cdot 487^2}} = 777,41 \text{ мм} \end{aligned}$$

Приймаємо найближче стандартне значення 780.

Приймаємо число зубців для шестерні $z_1 = 23$.

Для колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot i = 23 \cdot 10,22 = 235.$$

Уточнюємо:

$$i = \frac{235}{23} = 10,22.$$

Модуль зубців:

$$m'_n = \frac{2a_w \cos \beta}{z_1 + z_2} = \frac{2a_w}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 710}{23 + 235} = 5,5.$$

Приймаємо за стандартом $m_n = 6$.

Попередні значення деяких параметрів передачі:

Ділильні діаметри шестерні та колеса:

$$d_1 = \frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta} = 6 \cdot 23 = 138 \text{ мм}$$

$$d_2 = \frac{m_n \cdot z_2}{\cos \beta} = 6 \cdot 235 = 1410 \text{ мм}$$

Уточнюємо міжосьову відстань.

Фактична міжосьова відстань:

$$a_w = 0,5(d_1 + d_2) = 0,5(138 + 1410) = 774 \text{ мм}.$$

Ширина зубчастих вінців

$$b_2 = \psi_{ba} \cdot a_w = 0,3 \cdot 774 = 232,2 \approx 240 \text{ мм} ;$$

$$b_1 = b_2 + 2 \text{ мм} = 218 + 2 = 220 \text{ мм} ;$$

$$V = \omega_1 \frac{d_1}{2} = 0,096 \cdot \frac{138}{2} \cdot 10^{-3} = 0,007 \text{ м/с}.$$

Коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\varepsilon_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{235} \right) \right] = 1,73.$$

Колова сила:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 1813}{138 \cdot 10^{-3}} = 26275,4 \text{ Н}.$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому.

$$z_M = 275 \text{ МПа} ;$$

$$z_H = 1,77 \cos \beta = 1,77;$$

$$z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1,73}} = 0,76;$$

Для ступеня точності $n_{cm} = 8$ $K_{H\alpha} = 1$; $K_{H\beta} = 1,1$; $K_{HV} = 1,04$.

Питома розрахункова колова сила:

$$W_{Ht} = \frac{F_t}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV} = \frac{26275,4}{242} \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,04 = 124,21 \frac{H}{мм}.$$

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H = z_M \cdot z_H \cdot z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{w_{Ht}}{d_1} \cdot \frac{i+1}{i}} = 275 \cdot 1,77 \cdot 0,76 \sqrt{\frac{124,21}{138} \cdot \frac{10,22+1}{10,22}} =$$

$$= 367,73 \text{ МПа} < [\sigma]_H = 487 \text{ МПа}.$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність при перевантаженні:

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{1\max}}{T_1}} = \sigma_H \sqrt{2} = 367,73 \cdot \sqrt{2} = 520,1 \text{ МПа} < [\sigma]_{H \max} = 1792 \text{ МПа}$$

Розрахунок зубців на втому при згині:

$$Y_{F1} = 4,01;$$

$$Y_{F2} = 3,62;$$

$$Y_\varepsilon \approx 1;$$

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^0}{140} = 1;$$

$$K_{F\alpha} = [4 + (\varepsilon_\alpha - 1)(n_{cm} - 5)] \cdot \frac{1}{4\varepsilon_\alpha} = [4 + (1,73 - 1)(6 - 5)] \cdot \frac{1}{4 \cdot 1,73} = 0,68;$$

$$K_{F\beta} = 1,15;$$

$$K_{FV} = 1,1.$$

Питома розрахункова колова сила:

$$W_{Ht} = \frac{F_t}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV} = \frac{26275,4}{240} \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,04 = 125,25 \frac{H}{мм}.$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_{\varepsilon} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{W_{Ft}}{m_n} = 4,01 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{125,25}{6} = 83,71 МПа < [\sigma]_{F1} = 596 МПа;$$

$$\sigma_{F2} = Y_{F2} \cdot Y_{\varepsilon} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{W_{Ft}}{m_n} = 3,62 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{125,25}{6} = 75,57 МПа < [\sigma]_{F2} = 521 МПа.$$

Розрахунок зубців на міцність при згині в умовах перевантаження:

$$\sigma_{F\max 1} = \sigma_{F1} \frac{T_{1\max}}{T_1} = \sigma_{F1} \cdot 2 = 83,71 \cdot 2 = 167,42 МПа < [\sigma]_{F\max 1} = 610 МПа;$$

$$\sigma_{F\max 2} = \sigma_{F2} \frac{T_{1\max}}{T_1} = \sigma_{F2} \cdot 2 = 75,57 \cdot 2 = 151,14 МПа < [\sigma]_{F\max 2} = 534 МПа$$

Розрахунок параметрів зубчастої передачі.

$$h_a = m_n = 6 мм;$$

$$h_f = 1,25 \cdot m_n = 7,5 мм;$$

Кут профілю зуба $\alpha_n = 30^\circ$.

Кут нахилу зубців $\beta = 0$.

$$d_1 = 138 мм;$$

$$d_2 = 1410 мм;$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 138 + 2 \cdot 6 = 150 мм; - \text{діаметр вершин зубців шестерні}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 1410 + 2 \cdot 6 = 1422 мм; - \text{діаметр вершин зубців колеса}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n = 138 - 2,5 \cdot 6 = 153 мм; - \text{діаметр впадин зубців шестерні}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m_n = 1410 - 2,5 \cdot 6 = 1425 мм; - \text{діаметр впадин зубців колеса}$$

$$a_w = 774 мм; - \text{міжосьова відстань}$$

$$b_1 = 242 мм; - \text{ширина вінця шестерні}$$

$$b_2 = 240 мм. - \text{ширина вінця колеса}$$

1.2.3 Розрахунок сил у зачепленні

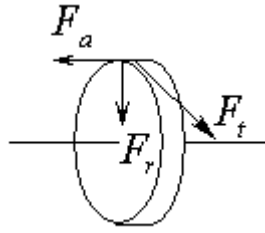
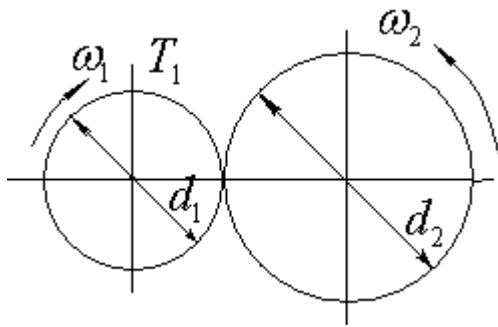


Рис.1.1. Схема до розрахунку сил в зачепленні

$$F_t = 26275,4H; \quad F_r = F_t \tan \alpha_n = 15170,1H; \quad F_a = F_t \tan \beta = 0.$$

Розрахунок на міцність відкритої циліндричної зубчастої передачі

Дано:



$$T_3 = 1813H \cdot m; n_3 = 0,92 об/хв$$

$$\omega_3 = 0,096с^{-1}; \omega_4 = 0,0094с^{-1};$$

$$n_4 = 0,09 об/хв;$$

$$\omega_4 = 0,0094с^{-1}$$

Рис.1.2. Схема до розрахунку
циліндричної зубчастої передачі

$$i = 10,22; h = 20000 год;$$

Приймаємо наступні матеріали та термообробку:

Для шестерні – сталь 40ХН, термообробка – поліпшення, 280НВ;
 $\sigma_{bl}=900\text{МПа}$, $\sigma_{T1}=750\text{МПа}$.

Для колеса – сталь 40Х, термообробка поліпшення, 245 НВ, $\sigma_{bl}=790\text{МПа}$,
 $\sigma_{T1}=640\text{МПа}$.

Визначення числа циклів навантаження:

$$N_{ци} = 60 \cdot n_3 \cdot h = 60 \cdot 0,92 \cdot 20000 = 1,1 \cdot 10^6;$$

$$N_{ук} = 60 \cdot n_4 \cdot h = 60 \cdot 0,09 \cdot 20000 = 1,08 \cdot 10^5$$

Еквівалентні числа циклів навантаження: для режиму СН коефіцієнти навантаження $K_{HE} = 0,18$; $K_{FE} = 0,1$.

Для розрахунку на контактну міцність

$$N_{HEu} = K_{HE} \cdot N_{ци} = 0,18 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 0,20 \cdot 10^6;$$

$$N_{HEк} = K_{HE} \cdot N_{цк} = 0,18 \cdot 1,08 \cdot 10^5 = 0,19 \cdot 10^5.$$

Для розрахунку на міцність при згині

$$N_{FEu} = K_{FE} \cdot N_{ци} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 1,1 \cdot 10^5;$$

$$N_{FE2} = K_{FE} \cdot N_{цк} = 0,1 \cdot 1,08 \cdot 10^5 = 1,08 \cdot 10^4.$$

Розрахунок допустимих напружень:

а) Допустимі напруження на контактну втому:

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{H \lim b}}{S_H} z_R K_{HL}.$$

Границя контактної витривалості:

$$\sigma_{H \lim b1} = 2H_1 + 70 = 2 \cdot 280 + 70 = 630 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{H \lim b2} = 2H_2 + 70 = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ МПа}.$$

База випробувань:

$$\text{для шестерні } N_{HO1} = 30H_1^{2,4} = 30 \cdot 280^{2,4} = 2,24 \cdot 10^7;$$

$$\text{для колеса } N_{HO2} = 30H_2^{2,4} = 30 \cdot 245^{2,4} = 1,63 \cdot 10^7.$$

$$N_{HO1} > N_{HEu} \Rightarrow K_{HL1} = 2,6;$$

$$N_{HO2} < N_{HEE} \Rightarrow K_{HL2} = 2,6.$$

Коефіцієнт запасу $S_H = 1,1$.

Коефіцієнт шорсткості поверхні зуба $z_R = 1$.

$$[\sigma]_{H1} = \frac{\sigma_{H \lim b1}}{S_H} z_R K_{HL1} = \frac{630}{1,1} \cdot 1 \cdot 1 = 573 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{H2} = \frac{\sigma_{H \lim b2}}{S_H} z_R K_{HL2} = \frac{560}{1,1} \cdot 1 \cdot 1 = 509 \text{ МПа}.$$

Розрахункове допустиме напруження:

$$[\sigma]_H = 0,45 \cdot ([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) = 0,45 \cdot (573 + 509) = 487 \text{ МПа}.$$

б) Допустимі граничні напруження на контактну міцність:

$$[\sigma]_{H \max} = 2,8 \sigma_{T1} = 2,8 \cdot 640 = 1792 \text{ МПа}.$$

в) Допустимі напруження на втому при згині:

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{F \lim b}}{S_F} K_{FC} K_{FL}.$$

Границя витривалості на згин:

$$\sigma_{F \lim b1} = 1,8 H_1 = 1,8 \cdot 280 = 504 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{F \lim b2} = 1,8 H_2 = 1,8 \cdot 245 = 441 \text{ МПа}.$$

Базове число циклів $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$.

$$\text{Так як } N_{FEu} > N_{FO1} \Rightarrow K_{FL1} = 2,6;$$

$$N_{FEk} > N_{FO2} \Rightarrow K_{FL2} = 2,6.$$

Для нереверсивної передачі $K_{FC} = 1$.

Коефіцієнт запасу $S_F = 2,2$.

$$[\sigma]_{F1} = \frac{\sigma_{F \lim b1}}{S_F} K_{FC} K_{FL1} = \frac{504}{2,2} \cdot 1 \cdot 2,6 = 596 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{F2} = \frac{\sigma_{F \lim b2}}{S_F} K_{FC} K_{FL2} = \frac{441}{2,2} \cdot 1 \cdot 2,6 = 521 \text{ МПа}.$$

г) Граничні допустимі напруження при згині

$$[\sigma]_{F \max 1} = \frac{4,8 H_1}{S_F} = \frac{4,8 \cdot 280}{2,2} = 611 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{F \max 2} = \frac{4,8 H_2}{S_F} = \frac{4,8 \cdot 245}{2,2} = 534,6 \text{ МПа}$$

1.2.4 Розрахунок на міцність валу

Найбільш навантажений вузол дискового фільтра – осередковий вал.

Розрахункова схема його зводиться до балки на двох опорах, що знаходиться під дією поперечного розподільного навантаження від власної сили ваги та кількох зосереджених сил від сили ваги дисків.

Комірцевий вал симетричний відносно середнього перерізу, то найбільший згинальний момент буде посередині вала.

Реакції опор

$$A=B=\frac{6Q_D}{2} + \frac{q \cdot l}{2} = \frac{6 \cdot 1000}{2} + \frac{17640 \cdot 2,2}{2} = 22404 \text{ Н},$$

де q - вага комірцевого вала, Н;

Q_D – вага диска, Н;

l - довжина вала, м.

$$Q_3 = A - Q_{D3} - q \cdot b = 27696 - 1000 - 17640 \cdot 0,275 = 16553 \text{ Н};$$

$$Q_2 = A - Q_{D3} - Q_{D2} - q \cdot (b+a) = 27696 - 1000 - 1000 - 17640 (0,45+0,275) = 7615 \text{ Н};$$

$$Q_1 = A - Q_{D3} - Q_{D2} - Q_{D1} - q \cdot (b+a) = 27696 - 1000 - 1000 - 1000 - 17640 (0,45+0,275) = 6615 \text{ Н}.$$

Максимальний згинальний момент:

$$\begin{aligned} M_{зг} = & -\frac{q \cdot l^2}{8} - 2 \frac{Q_{D3} \cdot b \cdot (l-b)}{l} - 2 \frac{Q_{D2} \cdot (a+b) \cdot (4a+b)}{l} - 2 \frac{Q_{D1} \cdot (2a+b) \cdot (3a+b)}{l} + \\ & + \left(\frac{6Q_D}{2} + \frac{q \cdot l}{2} \right) \cdot \frac{l}{2} = \\ = & -\frac{17640 \cdot 2,2^2}{8} - 2 \frac{1000 \cdot 0,275 \cdot 1,925}{2,2} - 2 \frac{1000 \cdot (0,45+0,275) \cdot (4 \cdot 0,45+0,275)}{2,2} - \\ & - 2 \frac{1000 \cdot (2 \cdot 0,45+0,275) \cdot (3 \cdot 0,45+0,275)}{2,2} + \left(\frac{6}{2} \cdot 1000 + \frac{17640 \cdot 2,2}{2} \right) \cdot \frac{2,2}{2} = \\ = & 10214 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

1.2.5 Розрахунок болтового з'єднання на не розкриття стику

Вал складається з чотирьох литих чавунних секцій, що з'єднані фланцями. Болтове з'єднання розраховують на не розкриття стику.

Згинальний момент в перерізі стику сприймається групою болтів. Зусилля в кожному з них пропорційно відстані h_i від болта до точки повороту перерізу.

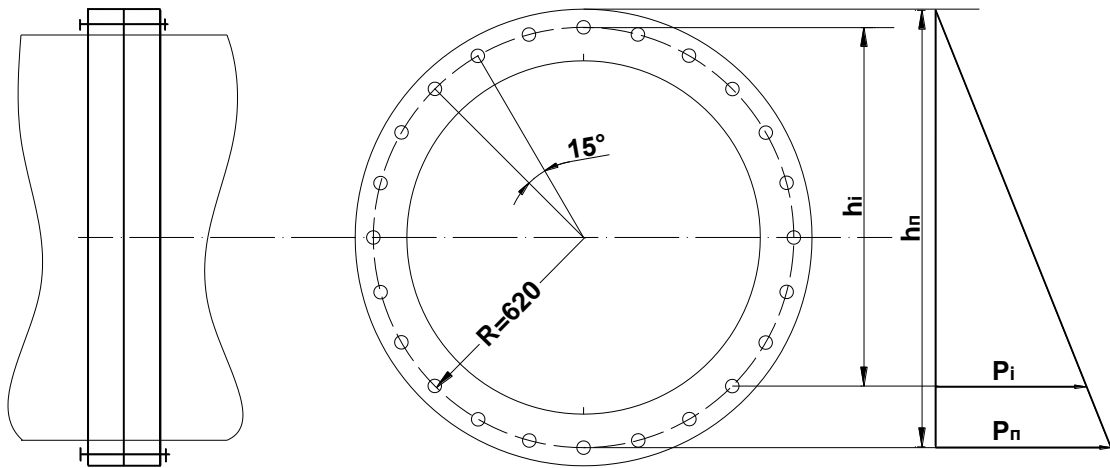


Рис.1.3. Схема до розрахунку болтових навантажень у фланцевому з'єднанні комірцевого валу

Таким чином, найбільш навантажений болт у нижній точці

$$M_{зг} = \sum M_i = \sum (2P_i \cdot h_i) = \frac{2P_n}{h_n} \sum_i^n h_i,$$

$$\text{де } h_i = R[1 - \cos(n\alpha_i)],$$

$$h_n = 2R$$

$$\alpha_i = \frac{360}{2n}$$

R – радіус болтового кола,

n - число пар болтів,

α_i – колова відстань між болтами.

Максимальне навантаження на болт від дії згинального моменту

$$P_{\pi} = \frac{M_{зг}}{R \sum_i^n [1 - \cos(n\alpha_i)]^2} = \frac{18553}{0.62 \sum_i^n [1 - \cos(n\alpha_i)]^2} = 4609 \text{ Н}$$

Крім цього, та сама група болтів передає крутний момент $M_{кр}$, що діє в площині стику. При цьому кожен болт повинен створити зусилля:

$$P_{кр} = \frac{2M_{кр}}{\pi * f * R},$$

де f – коефіцієнт тертя в стику, приймаємо 0,2.

$$P_{кр} = \frac{2 * 13210}{12 * 0,2 * 0,62} = 17755 \text{ Н}$$

Зусилля затягнення болта

$$P_3 = k(P_{\pi} + P_{кр})$$

k - коефіцієнт, що враховує наявність та матеріал прокладки в стику.

Для з'єднань чавунних деталей з пружними прокладками $k = 0,4-0,5$:

$$P_3 = 0,4(4609 + 17755) = 8946 \text{ Н}$$

Із умов не розкриття стику секцій комірцевого валу приймаємо

$$P_{зо} = K_{зат} * P_3 = 2 * 8946 = 17892 \text{ Н} = 17,9 \text{ кН};$$

$K_{зат}$ - коефіцієнт запасу попереднього затягнення.

Допустиме зусилля затягнення болтів: Ст45 – 40 кН, Ст3-23 кН, 40Х – 56 кН

$$17,9 \text{ кН} < [23].$$

1.3 Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції

В наслідок модернізації, а саме через систему штучно – створеного тиску, виникла ситуація в умовах котрої необхідно перевірити роботу здатність розливного патрону та підйомних столиків [4] .

Необхідно провести розрахунки до системи пружин, визначити та перевірити зусилля які повинні розвивати пружини, котрі задіяні в упорі пляшки.

Дослідивши зусилля, яке витримує пляшка без руйнування $F_{пл} = 750 \text{ Н}$, та за ГОСТ 1050-60 зусилля пружин в системі «розливний патрон – підйомні столики», а також їх кількість з конструкції вузлів можна провести розрахунок.

Зусилля пружини в патроні:

$$G_{p.п.} = P_1 n_1 + P_2 n_2,$$

де P_1 – зусилля пружин, які знаходяться навколо стакану 23;

n_1 – кількість пружин навколо стакану 23, $n_1 = 1$;

P_2 – зусилля пружин, які знаходяться навколо трубок 11;

n_2 – кількість пружин навколо трубок 11, $n_2 = 2$.

$$G_{p.п.} = 20 \cdot 1 + 5 \cdot 2 = 30 \text{ Н.}$$

Зусилля для подолання на підйом підйомного столика з пляшкою:

$$g_{ст} = g_{пл} + g_p + g_c,$$

де $g_{пл}$ – вага пляшки, $g_{пл} = 5 \text{ Н}$,

g_p – вага рідини, $g_p = 5 \text{ Н}$,

g_c – вага механізмів, які піднімаються пружинами, $g_c = 30 \text{ Н}$.

$$g_{ст} = 5 + 5 + 30 = 40 \text{ Н}$$

Зусилля пружин в підйомних столиках:

$$G_{ст} = P_3 n_3,$$

де P_3 – зусилля пружин підйомного столика, $P_3 = 170 \text{ Н}$,

n_3 – кількість пружин підйомного столика, $n_3 = 2$.

$$G_{ст} = 170 \cdot 2 = 340 \text{ Н}$$

Зусилля для забезпечення герметичності в стику «дзвіночок–пляшка»:

$$Q = P \frac{\pi d^2}{4},$$

де P – тиск в системі, $P = 0,2 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$,

d – зовнішній діаметр горличка пляшки, $d_{\min} = 0,25$, $d_{\max} = 0,4 \text{ м}$.

Зусилля Q розраховуємо для мінімально- та максимально – допустимого зовнішнього діаметру горличка пляшки:

$$Q_{\min} = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 98,1 \text{ Н},$$

$$Q_{\max} = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 251,2 \text{ Н}$$

Зусилля необхідне для підймання поршня в розливному автоматі:

$$F = P \cdot S,$$

де S – площа, що покриває поршень з середини розливного патрону,

$$S = \frac{\pi d_{\min}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,00049 \text{ м}^2,$$

$$F = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,00049 = 98,1 \text{ Н}$$

Зусилля яке розвиває допоміжний пневматичний циліндр, для подолання сили на поршні в розливному автоматі, в наслідок надлишкового тиску в системі:

$$F_{\text{ц}} = P_{\text{ц}} \cdot S_{\text{п}},$$

де $P_{\text{ц}}$ – тиск в середині допоміжного пневматичного циліндра, $P_{\text{ц}} = 0,2 \text{ МПа}$;

$S_{\text{п}}$ – площа поршня допоміжного пневматичного циліндра у поршневій порожнині,

$$S_{\text{п}} = \frac{\pi d_{\max}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 0,001256 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{ц}} = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,001256 = 251,2 \text{ Н}.$$

Рівняння, при задоволенні умов якого, буде забезпечувати надійність роботи автомату і його вузлів:

$$F_{\text{пл}} > G_{\text{ст}} + F_{\text{ц}} > g_{\text{ст}} + G_{\text{р.п.}} + Q_{\text{max}} + F$$

$$750 > 591,2 > 419,3$$

Висновок: Параметричні та кінематичні розрахунки підтверджують працездатність використання лінії фасування рідин у скляні пляшки.

2 РОЗРАХУНКИ ВИКОНАНІ З ДОПОМОГОЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

2.1 Розрахунок пляшки на міцність в системі «Весна»

Вибір розрахункової системи

Ефективність методу скінченних елементів, що використовуються при розрахунку даної задачі, залежить від розміру матриці жорсткості і ширини її стрічки. Ці величини визначаються кількістю і порядком нумерації вузлів сіткової області, якою представлена досліджувана конструкція [5].

Конструкція, що розглядається, є симетричною, тому для зведення до мінімуму машинного часу та розміру матриці жорсткості, необхідно розглядати тільки половину виробу, отриману шляхом його розділу вертикальною площиною симетрії.

За допомогою команди 3DPOLY в шарі PLOS_FRAG задамо геометрію об'єкту. Створюємо новий проект.


Командою  визиваємо діалогове вікно:



Рис.2.1. Діалогове вікно

В вікні «NEW» вводимо ім'я нового проекту і підтверджуємо його натисканням клавіші «OK». Після натискання на клавішу «OK» з'являється

наступне діалогове вікно, в якому потрібно вибрати тип проекту. Вибираємо «Термомеханика» і «3D Frag».

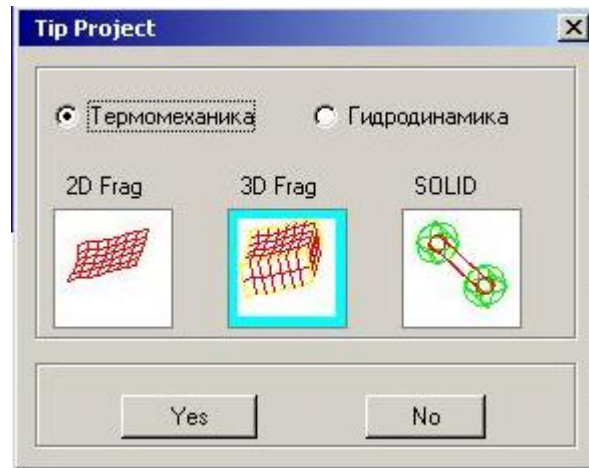


Рис.2.2. Діалогове вікно

В діалоговому вікні «Выбор задачи» вибираємо тип задачі «Осемметричную задачу» та вид «Механика». Підтверджуємо вибране натисканням «Yes».

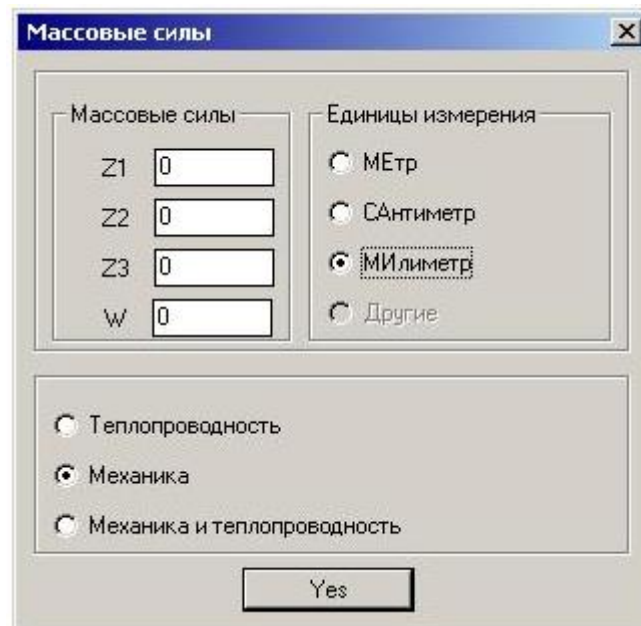


Рис.2.3. Діалогове вікно

При цьому в скінчених елементах, що знаходяться на площині симетрії встановлюють зв'язки перпендикулярні цьому напрямку.

Фрагменти наносяться по поздовжньому розрізі виробу. На Рис.2.4. приведено загальний вигляд цього піврозрізу (через симетрію досліджуваного об'єкта моделюється тільки половина виробу).



Рис.2.4. Загальний вигляд піврозрізу конструкції

Конструкція моделюється наступними фрагментами.

Корпус: A1, A2, A3, A4, A5, A6.

Вони наносяться поздовжньо.

Після чого з'являється діалогове вікно, приведене на Рис.2.5.

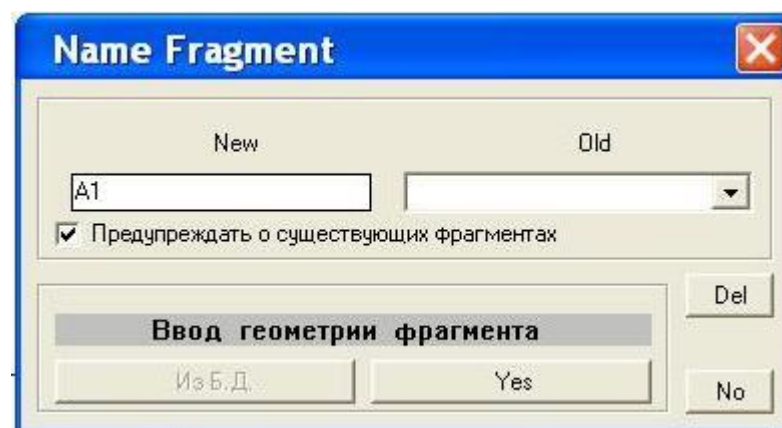


Рис.2.5. Діалогове вікно

У вікні «New» вводимо ім'я фрагменту. У вікні «Old» можна вибрати старий (раніше створений) фрагмент для його редагування.

Після того, як ім'я фрагмента введено (або вибрано), стає активною кнопка «Yes». Після натиснення на неї у графічному редакторі AutoCAD відображається

шар PLOS_FRAG з накресленими перетинами конструкції. У командному рядку з'являються наступні запити:

- Вказати базову точку;
- Вектор X_1 (локальна вісь X_1);
- Вектор X_2 (локальна вісь X_2).

На ці запити відповідаємо, вказуючи точку и вектори на рисунку нашої балки. Наприклад:

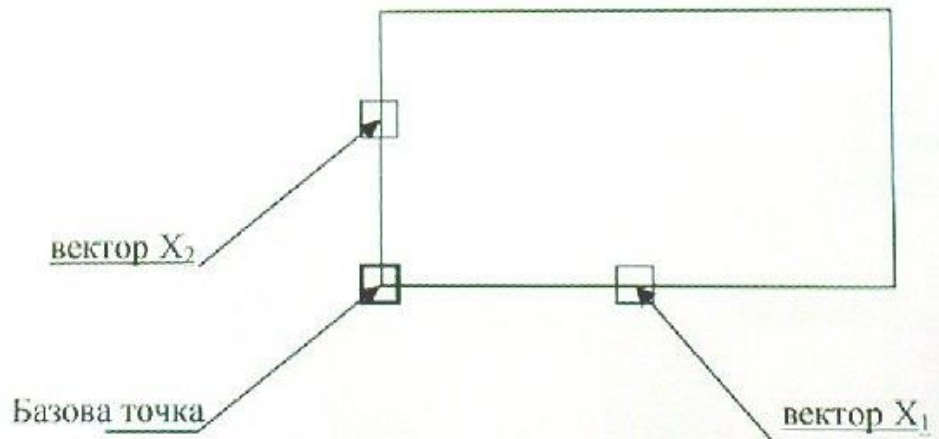


Рис.2.6.

Після відповідей зазначений фрагмент виділяється пунктирними лініями і на екрані з'являється запит:

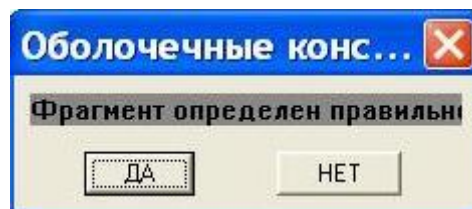


Рис.2.7.

Якщо перетин фрагмента визначено невірно, то потрібно натиснути «НЕТ» і повторити процес введення. Якщо перетин фрагмента визначено вірно, натискаємо кнопку «ДА». Після цього з'являється вікно візуалізації фрагмента:

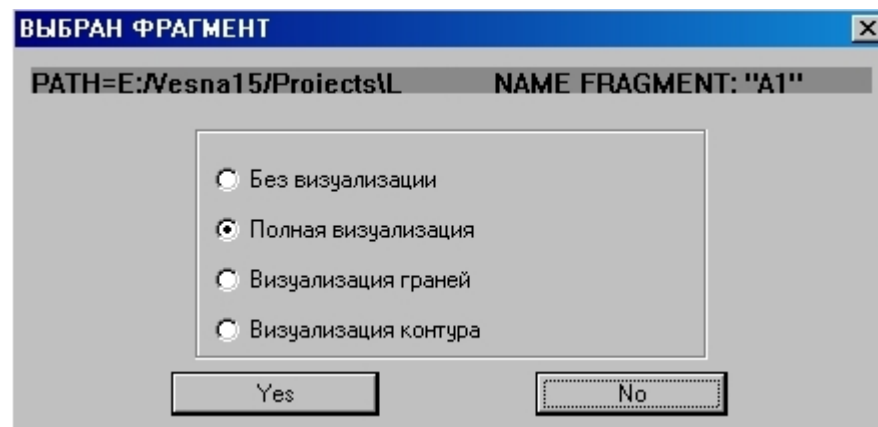


Рис.2.8.

Кожен із фрагментів розбиваємо на сітку, в результаті чого отримуємо готовий об'єкт, повністю розбитий сіткою потрібного нам кроку.

Отримавши об'єкт, ми наносимо на нього закріплення та навантаження згідно завдання за допомогою клавіші «Редактор сетки», після чого нам необхідно вказати, який об'єкт редагується. Після виконання цих операцій на екрані знову відкривається вікно для редагування об'єкта. Закріплення створюється наступним чином: у вікні, що відкрилося, в пункті «Закрепления» натискаємо на кнопку «Интр», потім натиснемо на кнопку Yes, після чого ми вибираємо вид закріплення і натискаємо Yes.

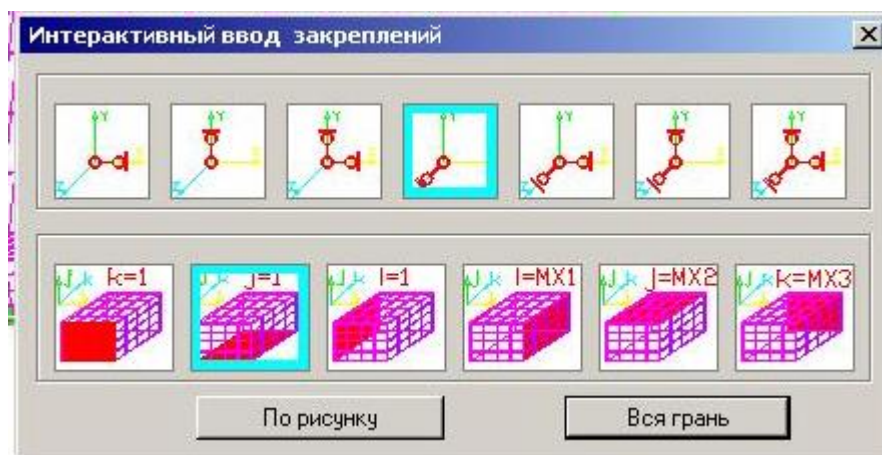


Рис.2.9.

Далі нам потрібно порахувати наш об'єкт і отримати значення напружень і переміщень по всій площі об'єкту. Виконується це в такій послідовності: на панелі «Весна» натискаємо команду «Solver».

У вікні, що відкрилося, вибираємо наш проект, потім всі необхідні фрагменти, потім вказуємо підпункти пункту «Запис в файл» і натискаємо Yes.

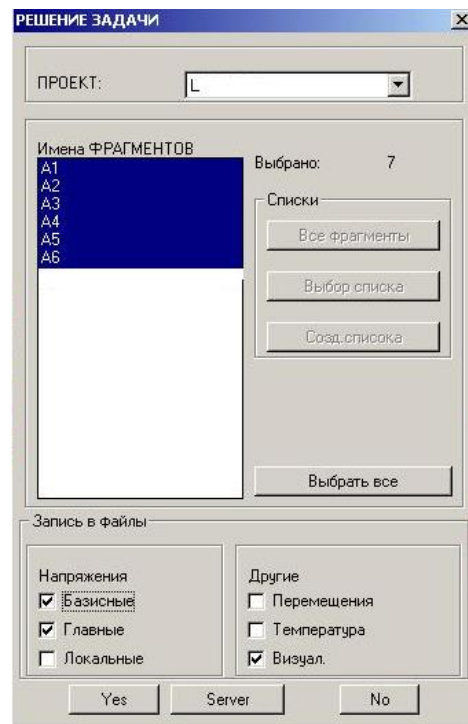


Рис.2.10. Діалогове вікно

Початкова та деформована схеми зображено на Рис.2.11 та Рис.2.12.

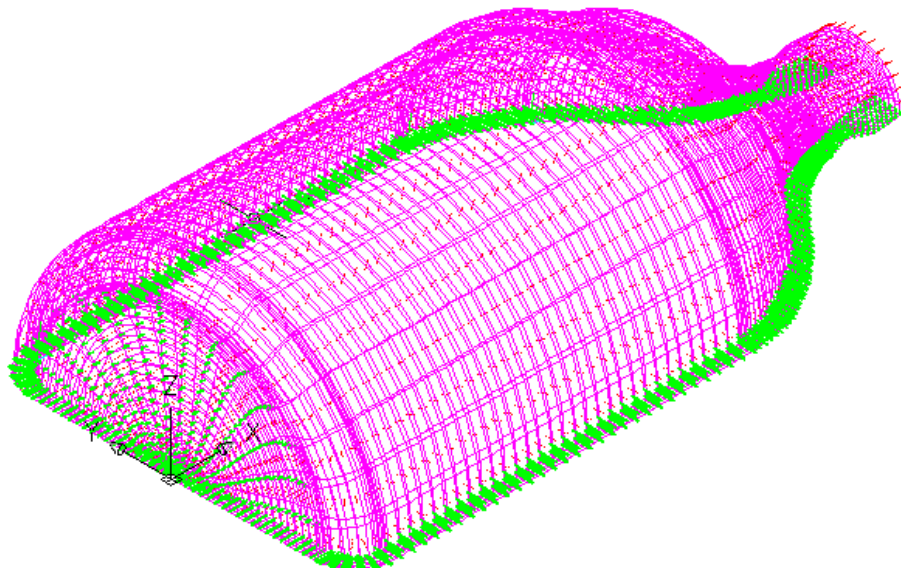


Рис.2.11. Початкова схема з закріпленнями та навантаженнями

Аналіз результатів розрахунку

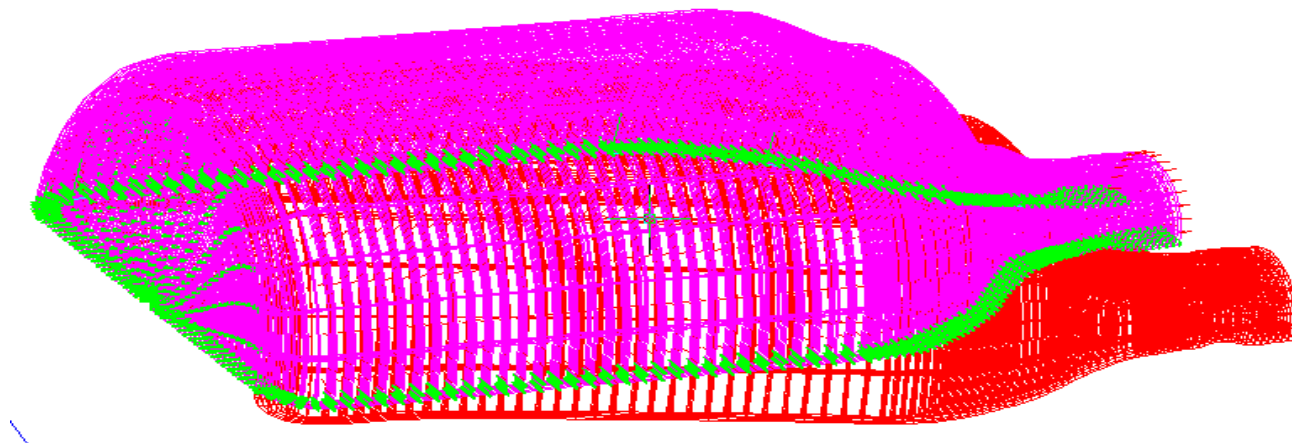


Рис.2.12. Деформована схема пляшки.

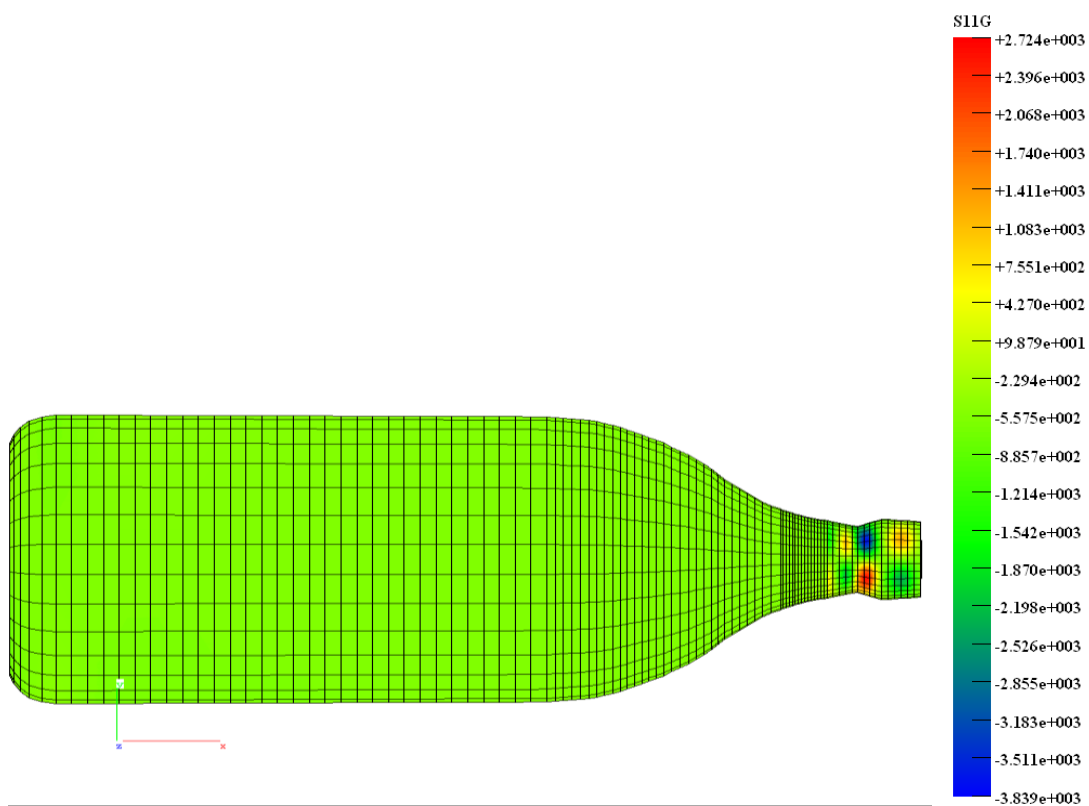


Рис.2.13. Напруження σ_{11}

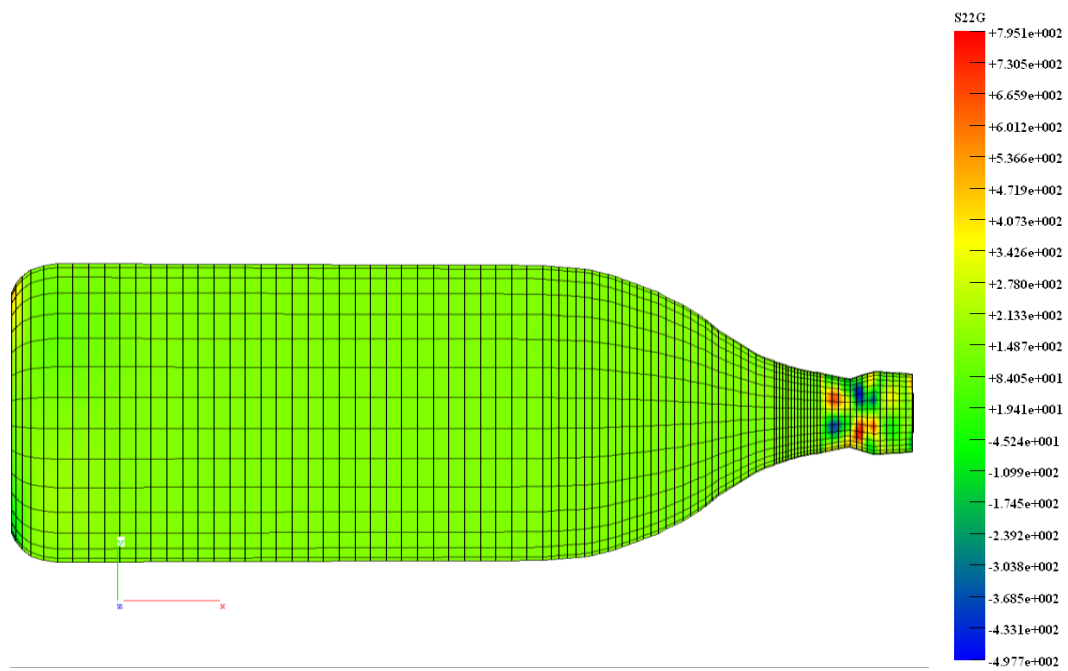


Рис.2.14. Напряження σ_{22}

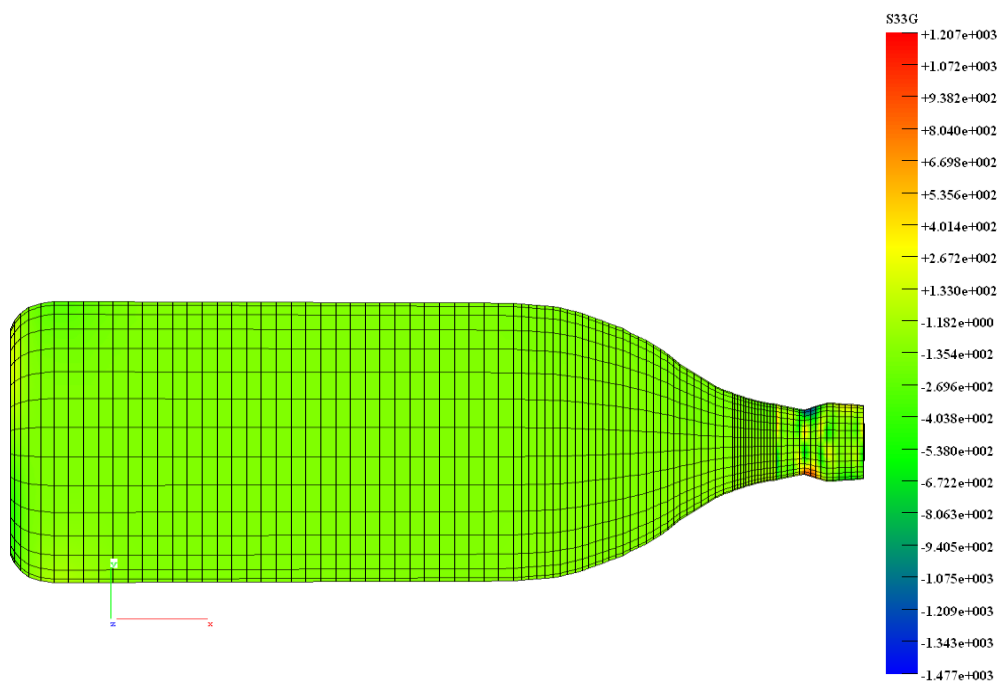


Рис.2.15. Напряження σ_3

Напряжения

	сигма	сигма	сигма	
11	22	33	г	
	3,62E-	6,73E-	5,09E-	
1066	03	04	04	
	1,08E-	-	-1,25E-	
1067	03	1,71E-05	03	
	-	-	-3,94E-	
1068	6,51E-04	8,41E-04	03	
	3,77E-	9,38E-	6,34E-	
1069	03	04	04	
	9,73E-	-	-1,06E-	
1070	04	9,26E-06	03	
	-	-	-4,11E-	
1071	7,17E-04	1,01E-03	03	
	3,82E-	1,13E-	6,90E-	
1072	03	03	04	
	8,48E-	-	-7,10E-	
1073	04	2,42E-05	04	
	-	-	-3,87E-	
1074	6,83E-04	1,24E-03	03	
	3,25E-	1,11E-	3,72E-	
1075	03	03	04	
	2,10E-	-	-1,27E-	
1076	04	3,20E-04	03	
	-	-	-5,15E-	
1077	8,70E-04	1,82E-03	03	
	1,11E-	3,66E-	2,04E-	
1078	02	03	03	
	2,31E-	-	-1,16E-	
1079	03	4,85E-05	03	
	-	-	-1,00E-	
1080	1,55E-03	3,17E-03	02	

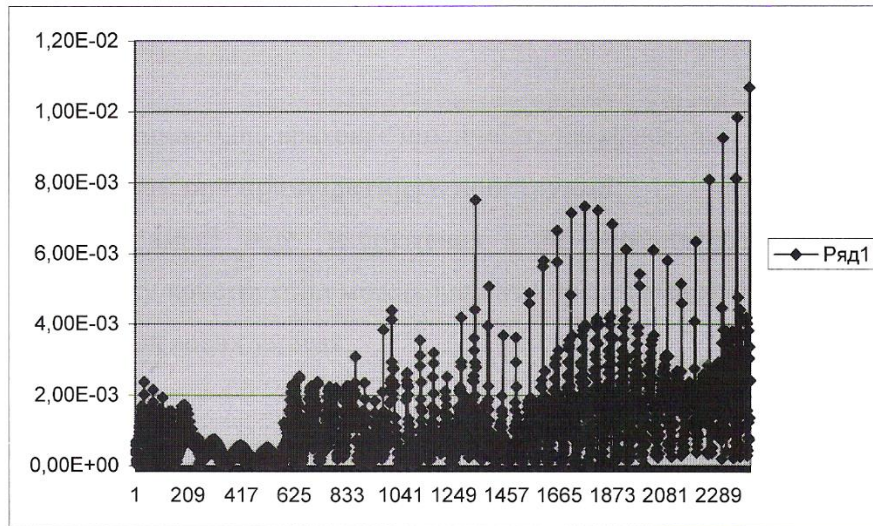


Рис.2.16.

Отже, за умови, що горличко пляшки має 30 вузлів за рахунок нанесеної сітки, до кожного вузла було прикладене зусилля у 25Н , що разом складає 750 Н або 750 кг. За теорією Баландіна 750 кг є допустимим зусиллям притискання за умови границі міцності 80 Н/мм².

2.2 Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції на мові програмування Fortran

Метою розрахунку було виконати розрахунки, що підтверджують надійність конструкції на мові програмування Fortran та порівняти їх з розрахунками в пункті 1.3 «Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції».

Вихідні дані:

зусилля пружин навколо стакану $P_1 = 20 \text{ Н}$;

зусилля пружин навколо трубок $P_2 = 5 \text{ Н}$;

зусилля пружин підйомного столика $P_3 = 170 \text{ Н}$;

кількість пружин навколо стакану $n_1 = 1$;

кількість пружин навколо трубок $n_2 = 2$;

кількість пружин підйомного столика $n_3 = 2$;

зовнішній діаметр горличка пляшки $d_{\min} = 0,025$ м, $d_{\max} = 0,04$ м;

вага пляшки $g_{\text{пл}} = 5$ Н;

вага рідини $g_p = 5$ Н;

вага механізмів, які піднімаються пружинами $g_c = 30$ Н;

тиск в системі $P = 0,2$ МПа $= 2 \cdot 10^5$ Па;

тиск допоміжного пневматичного циліндра $P_{\text{ц}} = 0,2$ МПа;

Таблицю ідентифікаторів, блок-схему алгоритму, текст програми та результати розрахунку представлено у Додатку Г.

Обчислюємо відносну похибку розрахунків на мові програмування Fortran та вручну:

$$\Delta G_{\text{р.п.}} = \frac{|G_{\text{р.п.1}} - G_{\text{р.п.2}}|}{G_{\text{р.п.1}}} \cdot 100\% = \frac{|30 - 30|}{30} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\Delta g_{\text{ст}} = \frac{|g_{\text{ст1}} - g_{\text{ст2}}|}{g_{\text{ст1}}} \cdot 100\% = \frac{|40 - 40|}{40} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\Delta G_{\text{ст}} = \frac{|G_{\text{ст1}} - G_{\text{ст2}}|}{G_{\text{ст1}}} \cdot 100\% = \frac{|340 - 340|}{340} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\Delta Q_{\min} = \frac{|Q_{\min1} - Q_{\min2}|}{Q_{\min1}} \cdot 100\% = \frac{|98,1 - 98,125008|}{98,1} \cdot 100\% = 0,025\%$$

$$\Delta Q_{\max} = \frac{|Q_{\max1} - Q_{\max2}|}{Q_{\max1}} \cdot 100\% = \frac{|251,2 - 251,2|}{251,2} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\Delta S = \frac{|S_1 - S_2|}{S_1} \cdot 100\% = \frac{|0,00049 - 0,000490625|}{0,00049} \cdot 100\% = 0,13\%$$

$$\Delta F = \frac{|F_1 - F_2|}{F_1} \cdot 100\% = \frac{|98,1 - 98,125008|}{98,1} \cdot 100\% = 0,025\%$$

$$\Delta S_p = \frac{|S_{p1} - S_{p2}|}{S_{p1}} \cdot 100\% = \frac{|0,001256 - 0,001256|}{0,001256} \cdot 100\% = 0\%$$

$$\Delta F_{\text{тс}} = \frac{|F_{\text{тс1}} - F_{\text{тс2}}|}{F_{\text{тс1}}} \cdot 100\% = \frac{|251,2 - 251,2|}{251,2} \cdot 100\% = 0\%$$

Отримані розбіжності при розрахунку на мові програмування Fortran та в пункті 1.3 «Розрахунки, що підтверджують надійність конструкції» пояснюються неточністю розрахунку виконаних в пункті 1.3. Оскільки розбіжності незначні, робимо висновок, що розрахунки виконані вірно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. 3 издания / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1978. – 87 с.
2. Горский А.И. Определение допускаемых напряжений при расчетах на прочность / А.И. Горский, Е.Б. Иванов-Емин, А.И. Кареновский. – М.: НИИмаш, 1974. – 79 с.
3. Клоков В.Г. Детали машин и основы конструирования / В.Г. Клоков. – М.: МГИУ, 2008. – 174 с.
4. Зайчик Ц.Р. Машины для фасования пищевых жидкостей в бутылки / Ц.Р.Зайчик, В.А.Трунов, В.К.Яшин – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
5. Сторіжко Й.І. Термінологічний довідник пакувальника. / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко – К.: ІАЦ „Упаковка”, 1999. – 80 с.

**ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА
ЕКСПЛУАТАЦІЇ (ТМ та Е)**

ЗМІСТ

Вступ.....	2
1 Технологія збирання черв'ячного редуктора.....	3
1.1 Ескіз черв'ячного редуктора.....	3
1.2. Специфікація черв'ячного редуктора.....	4
1.3 Схема збирання черв'ячного редуктора.....	6
1.4 Операційна карта збирання черв'ячного редуктора.....	7
2 Технологія монтажу та експлуатації розливного автомату.....	9
2.1.План розміщення фундаментних колодязів.....	9
2.2 Карти ескізів монтажу розливного автомату.....	10
2.3 Операційна карта монтажу розливного автомату	14
2.4 Схема змащування розливного автомату.....	15
2.5 Карта змащування розливного автомату	16
Висновок.....	17
Перелік посилань.....	18

					ЛУ71.109162.010-90ТД								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Смірнов Д.Є.			Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату				Лім.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Борщик С.О.									1	18	
									КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, гр.ЛУ-71мп				
Н. Контр.													
Затв.		Гондляр О.В.											

Вступ

При виконанні розділу «Технологія монтажу та експлуатації» магістерської дисертації було розроблено технологічні процеси складання вузла «Черв'ячний редуктор» та технологія монтажу і експлуатації розливного автомату.

У наступних підрозділах описані порядок і всі етапи розробки даних технологічних процесів.

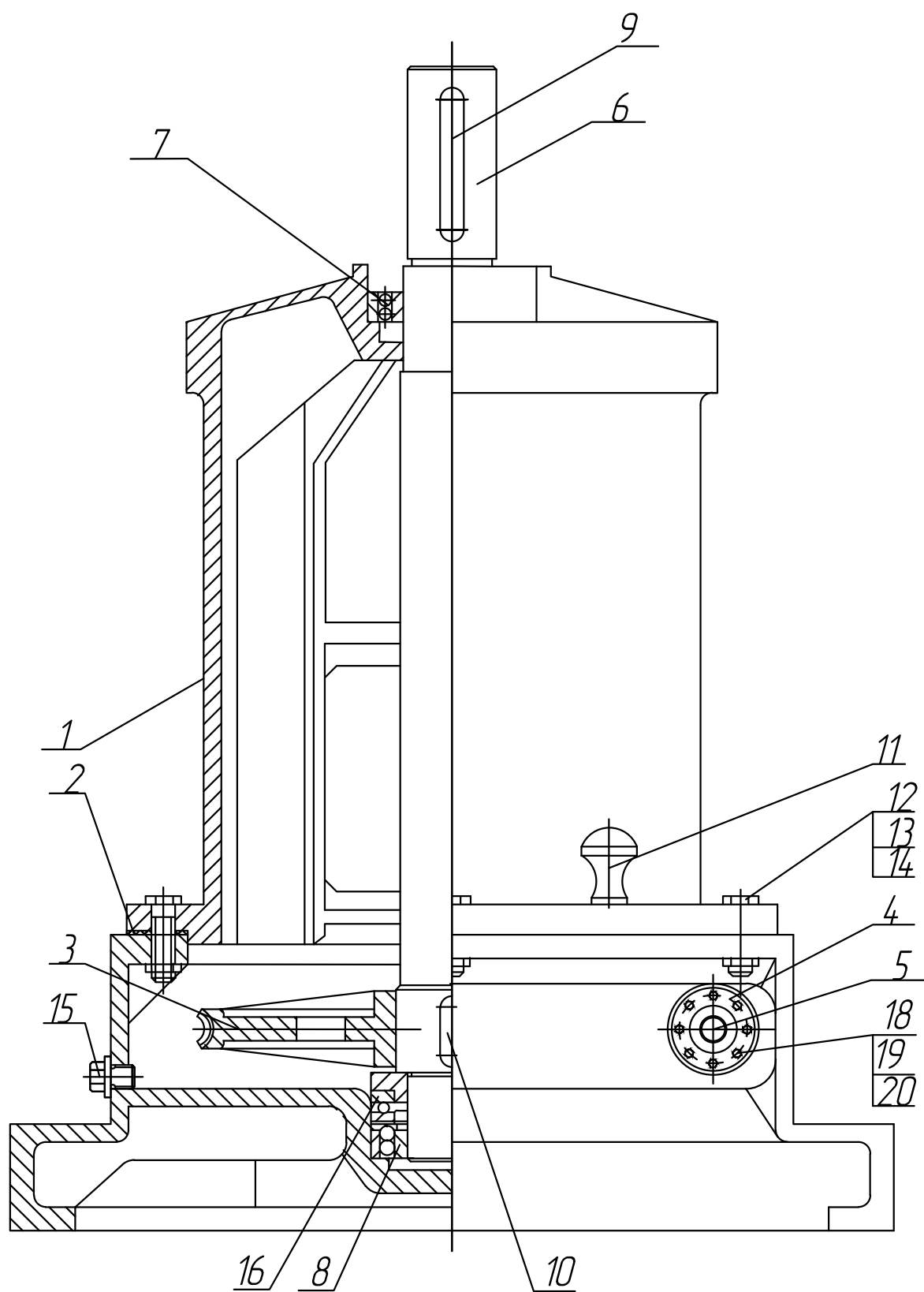


Рис.1.1. Ескіз черв'ячного редуктора

[illegible]

[illegible]

					Операційна карта														
№ цеху		№		№ місц		№ опер.		Найменування операції					Устаткування						
								Збирання черв'ячного редуктора											
№ пере-ходу		Зміст переходу					Технологічний режим			Кількість		Пристосування		Інструмент		То, хв			
1		Пробку зливну 15 та пробку рівня 11 закручуємо в корпус 1					пробка рівня 11			1				Гайковий ключ S = 19, S = 24		3			
							пробка зливна 15			1									
							корпус 1			1									
2		На вихідний вал 6 запресовуємо шпонку 9 та шпонку 10					вихідний вал 6			1		прес гідравлічний Q=70т.		молоток		7			
							шпонка 9			1									
							шпонка 10			1									
3		На вихідний вал 6 запресовуємо шестірню 3 і встановлюємо маслоз'ємне кільце 16					вихідний вал 6			1		прес гідравлічний Q=70т.		надставка		5			
							шестірня 3			1									
							кільце маслоз'ємне 16			2									
4		На вихідний вал 6 запресовуємо підшипник 8 і підшипник 7					підшипник 7			1		прес гідравлічний Q=70т.		надставка		6			
							підшипник 8			1									
5		Вихідний вал 6 у зборці монтуємо в корпус 1					вихідний вал 6			1						2			
							корпус 1			1									
6		На вхідний вал 5 встановлюємо маслоз'ємне кільце 21 і запресовуємо підшипник 17					підшипник 17			2		прес гідравлічний Q=70т.				5			
							вхідний вал 5			1									
							маслоз'ємне кільце 21			2									
7		Вхідний вал 5 в збірці поміщуємо в корпус 1					вхідний вал 5			1						2			
							корпус 1			1									
												Розроб.	Смірнов Д.Є.			Арк.			
												Керівник	Борщик С.О.			1			
												Н. Контр.				Ар-в			
		Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Затв.				2			

				Операційна карта													
№ цеху	№	№ місц	№ опер.	Найменування операції						Устаткування							
				Збирання черв'ячного редуктора													
№ пере-ходу	Зміст переходу								Технологічний режим		Кількість		Пристосування		Інструмент		То, хв
8	Закріплюємо корпус 1 болтами 12, шайбами 14, гайками 13								корпус 1		1		Гайковий ключ S = 8				4
									болт 12		4						
									шайба 14		4						
									гайка 13		4						
9	Корпус 1 і кришку вхідного валу 4 з'єднуємо з болтами 18, шайбами 20, гайками 19								корпус 1		1		Гайковий ключ S = 8				8
									болт 18		8						
									шайба 20		8						
									гайка 19		8						
									кришка вхідного валу 4		1						
	Загальний час збирання черв'ячного редуктора																42

Маштаб 1:10

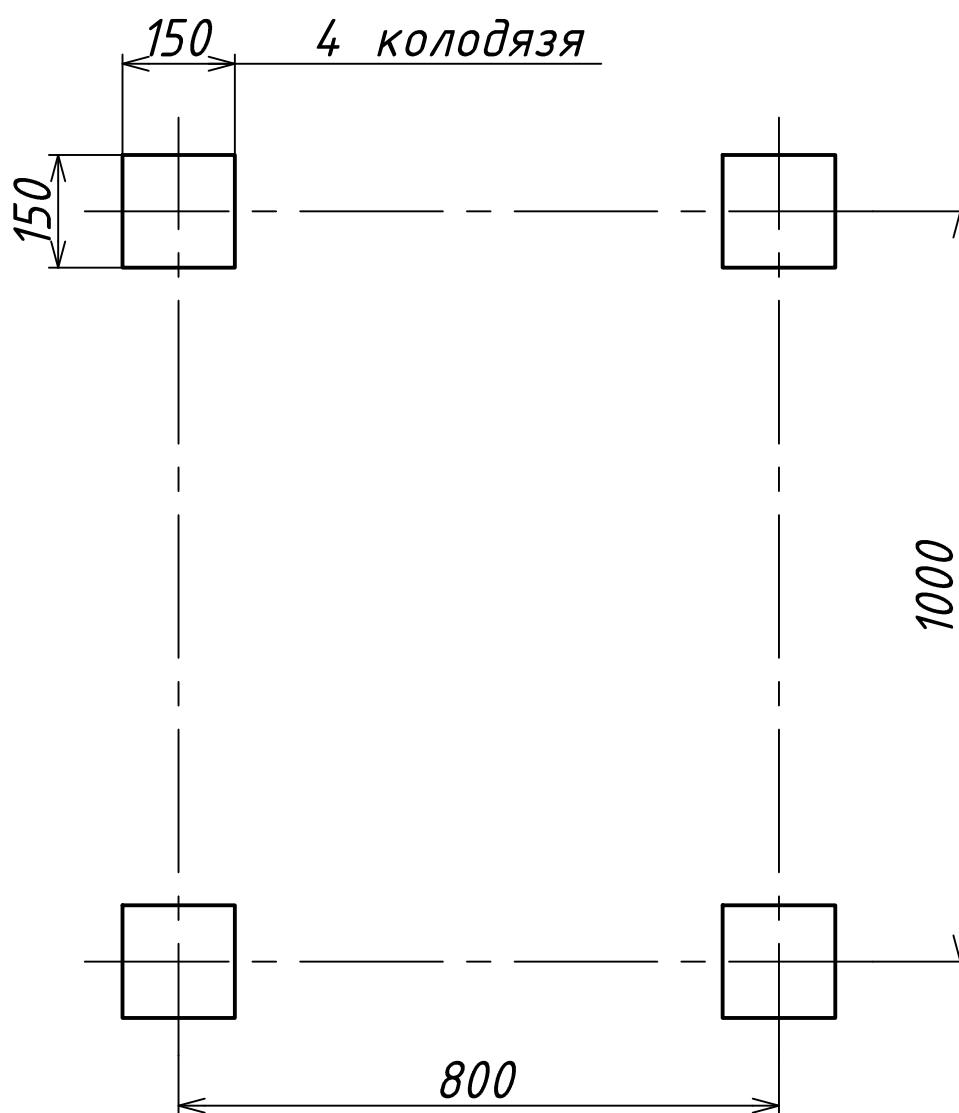
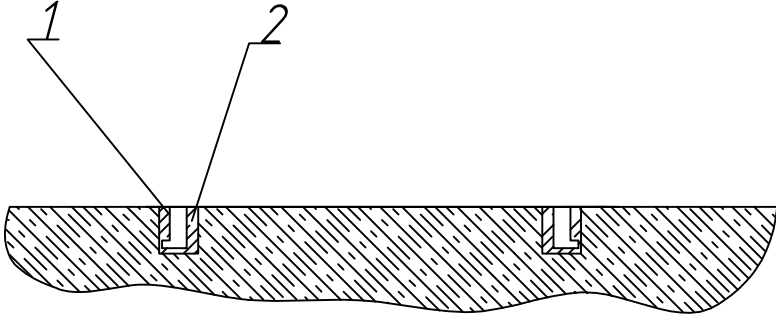
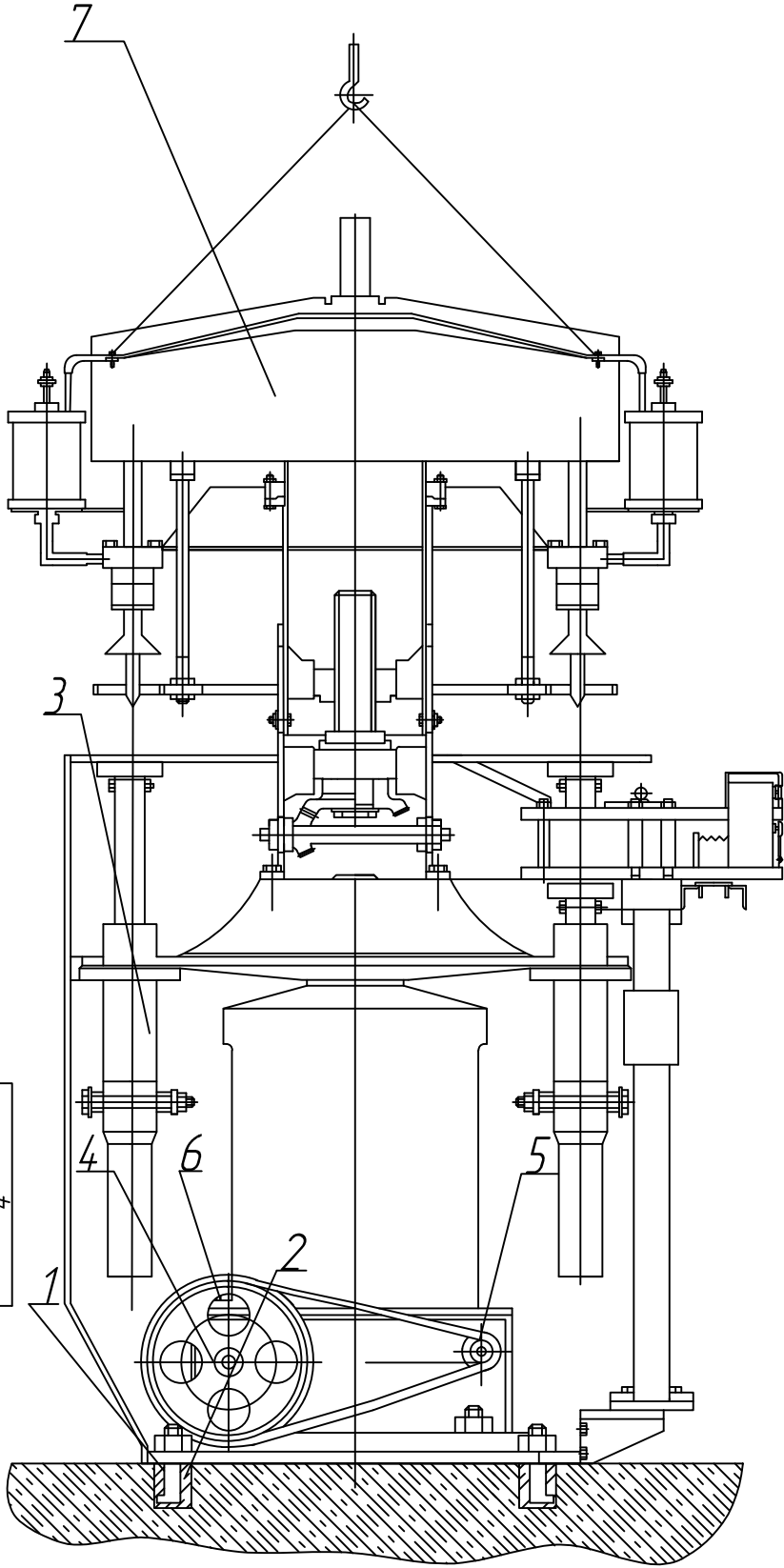


Рис.2.1. План розміщення фундаментних колодязів

інв.№ подл.	Підпис і дата	Взамен інв.№	інв.№ дідл.	Підпис і дата							
КАРТА ЕСКІЗІВ											
ЛУ71.109162.010.											
ЛУ71.109162.0010.											
Монтаж розливного автомату											
Номер операції 1											
											
КЕ	Зм.	Арк.	№докум	Підпис	Дата	Зм.	Підпис	Дата	Розроб.	Смірнов Д.Є.	Арк
									Перевір.	Борщук С.О.	1
											Арк
									Н.контр.		4

інв.№ подл.	Підпис і дата	Взамен інв.№	інв.№ збл.	Підпис і дата				
КАРТА ЕСКІЗІВ								
					Номер операції			
					4			

ЛУ71.109162.010.	ЛУ71.109162.0010.
Монтаж розливного автомату	



KE	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зм.	Підпис	Дата	Розроб.	Смірнов Д.Є.	Арк.
									Перевір.	Борщук С.О.	4
											Арк.
									Н.контр.		4

[illegible]

№ поз.	Найменування і позначення змащуємого вузла	Найменування змащувального матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність	Примітка
1	Підшипники електродвигуна	ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9633-80	2	Підшипники змащуються шляхом набивки мастила в порожнину через спеціальні маслянки	Поповнення маслянок проводити 2 рази на рік	
2	Змащення підшипників і зубчастих пар головного редуктора	Індустріальне мастило 20 ГОСТ 6267-74	3	До місць змащування мастило потрапляє за допомогою капельних маслянок	Поповнення маслянок проводити 2 рази за 1 місяць	
3	Змащення підшипників вихідного валу	ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9633-80	4	Підшипники змащуються шляхом набивки мастила в порожнину через спеціальні маслянки	Поповнення маслянок проводити 1 раз в 8 днів	

ВИСНОВОК

Під час виконання розділу «Технологія монтажу та експлуатації» даної магістерської дисертації було виконано наступне: побудовано ескіз вузла «Черв'ячний редуктор», складено специфікацію, виконано схему складання вузла та операційну карту його збирання. Також виконано: план фундаментальних колодязів, карти ескізів монтажу, операційна карта монтажу, схема змащування та карта змащування розливного автомату.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Корсаков В.С. Основы технологии машиностроения / В.С. Корсаков, В. М. Кован, А. Г. Косилова. – М.: Машиностроение, 1977. – 252 с.
2. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. Том 1 / А.Г. Косилова, Р.П. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1986. – 47 с.
3. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 135 с.
4. Решетов Д.Н. Детали машин: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 289 с.
5. Полюх В.А. Методические указания по дипломному проектированию оборудования химического полимерного и силикатного производства. / В.А. Полюх, В.В. Малиновский, П.Г. Глаз. – К.: КПИ, 1981. – 36 с.
6. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по ТМС. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М.: Высшая школа, 1983. – 256 с.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблено магістерську дисертацію на тему: «Лінія фасування рідин у скляні пляшки з модернізацією розливного автомату».

Магістерська дисертація складається з пояснювальної записки і графічної частини, які повністю висвітлюють сутність модернізації розливного автомату та пластинчатого транспортеру.

У пояснювальній записці виконано опис лінії фасування рідин у скляні пляшки, представлено її технічні характеристики та виконаний опис основних частин та принцип дії лінії.

У магістерській дисертації зроблені розрахунки на міцність, параметричні та кінематичні розрахунки.

Також виконаний патентно–літературний огляд, у якому описано 10 патентів. Для модернізації розливного автомату було обрано патент [14], при якому процес розливу є «закритим» та мінімізується випаровування рідин у робоче середовище в промислових приміщеннях. Також, до розливного автомату було приєднано штампуєчу голівку, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок. Це дозволяє зупинити випаровування рідини та вплив їх на людей та оточуюче середовище. Для модернізації пластинчатого транспортеру було обрано патент [8], сутність якого полягає в тому, що на пластинах встановлені ролики оснащені шарикупідшипниками, котрі котяться при русі пластин. Впровадження такої конструкції пластин дозволяє суттєво зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшує енергоємність транспортера, забезпечує можливість транспортування вантажів на великі відстані.

Також у магістерській дисертації виконаний розділ охорони праці, у якому розглядались небезпека ураження електричним струмом, небезпека впливу частин обладнання, які рухаються та обертаються, виробничий шум,

виробнича вібрація, виробниче освітлення, повітря робочої зони та пожежна небезпека лінії фасування рідин у скляні пляшки.

Під час виконання пояснювальної записки було розглянуто питання стартап-проекту, у якому було виявлено, що з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна.

За темою магістерської дисертації були написані тези на VIII Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» (13-14 грудня 2018р.).

Під час виконання розділу «Технологія монтажу та експлуатації» даної магістерської дисертації було виконано наступне: описано технологію збирання черв'ячного редуктора та технологію монтажу та експлуатації розливного автомату.

У розділі «Механотроніка» було виконано розробку логіки виконання операцій розливного автомату, розглянуто функціональні модулі та описано керуючі команди.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛУ 71.109164.002-90 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛУ 71.109164.002.001	Вузол орієнтації	2	
		2	ЛУ 71.109164.002.002	Редуктор черв'ячний	1	
		3	ЛУ 71.109164.002.004	Столик поворотний	1	
		4	ЛУ 71.109164.002.005	Механізм піднімальний	1	
		5	ЛУ 71.109164.002.007	Патрон розливний	12	
		6	ЛУ 71.109164.002.008	Копір	2	
		7	ЛУ 71.109164.002.009	Ролик натискаючий	12	
		8	ЛУ 71.109164.002.010	Столик підйомний	12	
		9	ЛУ 71.109164.002.011	Кришка	1	
		10	ЛУ 71.109164.002.012	Трубка подачі рідини	1	
		11	ЛУ 71.109164.002.013	Резервуар витратний	12	
		12	ЛУ 71.109164.002.014	Резервуар ємнісний	1	
				<u>Деталі</u>		
		13	ЛУ 71.109164.002.003	Вал вихідний	1	
		14	ЛУ 71.109164.002.006	Дзвіночок	12	
		15	ЛУ 71.109164.002.015	Лопать перемішування		
				рідини	2	

					ЛУ 71.109164.002-90 СП		
Змін.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Розливний автомат		
Розробив	Смірнов Д.Є.						
Перевірів	Коваленко І.В.						
Т.контр.							
Н.контр.							
Затвердив	Гондляр О.В.				Літера Аркуш Аркушів КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		

[illegible]

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛУ 71.109164.005-90 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛУ 71.109164.005.001	Кришка	1	
		2	ЛУ 71.109164.005.002	Резервуар витратний	12	
		3	ЛУ 71.109164.005.003	Столик підйомний	12	
		4	ЛУ 71.109164.005.004	Столик поворотний	1	
		5	ЛУ 71.109164.005.005	Механізм піднімальний	1	
		6	ЛУ 71.109164.005.006	Редуктор черв'ячний	1	
		7	ЛУ 71.109164.005.007	Ролики натискаючі	12	
		8	ЛУ 71.109164.005.008	Копір	2	
		9	ЛУ 71.109164.005.009	Розподільник	12	
		10	ЛУ 71.109164.005.010	Шланги газо-провідні	36	
		11	ЛУ 71.109164.005.011	Пневмоциліндр допоміжний	1	
		12	ЛУ 71.109164.005.012	Платформа допоміжного		
				циліндра	1	
		13	ЛУ 71.109164.005.013	Ролики підйомного механізму	12	
		14	ЛУ 71.109164.005.014	Трубка для подачі газу	1	
		15	ЛУ 71.109164.005.015	Трубка для подачі рідини	1	
		16	ЛУ 71.109164.005.016	Автомат штаповочний	1	
		17	ЛУ 71.109164.005.017	Голівка штаповочна	1	
		18	ЛУ 71.109164.005.018	Вузол орієнтації	2	
		19	ЛУ 71.109164.005.019	Кільце фіксувальне	12	
		20	ЛУ 71.109164.005.020	Кінцевик	12	
Змін.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	ЛУ 71.109164.005-90 СП Розливний автомат (модернізація)	
Розробив		Смірнов Д.Є.				
Перевірів		Коваленко І.В.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Затвердив		Гондляр О.В.				
					Літера	Аркуш
						1
						3
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка	
		21	ЛУ 71.109164.005.021	Втулки направляючі	24		
		22	ЛУ 71.109164.005.022	Кільце упорне	12		
		23	ЛУ 71.109164.005.023	Корпус дозуючого прибору	12		
		24	ЛУ 71.109164.005.024	Клапан гумовий	12		
		25	ЛУ 71.109164.005.025	Сідло	12		
		26	ЛУ 71.109164.005.026	Коромисло	12		
		27	ЛУ 71.109164.005.027	Стрижень	12		
		28	ЛУ 71.109164.005.028	Трубка	12		
		29	ЛУ 71.109164.005.029	Трубка	24		
		30	ЛУ 71.109164.005.030	Кронштейн	24		
		31	ЛУ 71.109164.005.031	Шток	24		
		32	ЛУ 71.109164.005.032	Пружина	24		
		33	ЛУ 71.109164.005.033	Пружина	12		
		34	ЛУ 71.109164.005.034	Траверса	12		
		35	ЛУ 71.109164.005.035	Шайба	12		
		36	ЛУ 71.109164.005.036	Дзвіночок центрувальний	12		
		37	ЛУ 71.109164.005.037	Стакан дозуючий	12		
		38	ЛУ 71.109164.005.038	Прокладки гумові	48		
		39	ЛУ 71.109164.005.039	Днище дозуючого стакану	12		
		40	ЛУ 71.109164.005.040	Трубка	12		
		41	ЛУ 71.109164.005.041	Стакан	12		
		42	ЛУ 71.109164.005.042	Втулка	12		
		43	ЛУ 71.109164.005.043	Клапан гумовий	12		
		44	ЛУ 71.109164.005.044	Корпус сідлового клапану	12		
		45	ЛУ 71.109164.005.045	Трубка	12		
		46	ЛУ 71.109164.005.046	Ніпель	12		
		47	ЛУ 71.109164.005.047	Коліно	12		
		48	ЛУ 71.109164.005.048	Стрижень подложення	2		
		49	ЛУ 71.109164.005.049	Стійка	12		
		50	ЛУ 71.109164.005.050	Кришка дозуючого стакану	12		
				ЛУ 71.109164.005-90 СП			Арк.
							2
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата			

[illegible]

[illegible]

Таблиця В.1. Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Сутність заявленого технологічного рішення і ціль його створення
1	Пластинчатий транспортер	<p>№ 2649116</p> <p>25.05.2016</p> <p>(72) Автор(ы): Кариман Станислав Александрович (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Кариман Станислав Александрович (RU)</p> <p>(51) МПК B65G17/10 (2006.01)</p>	<p>Пластинчатий транспортер містить лінійні та перехідні секції, обвідні барабани головного та кінцевого голівки, їх електроприводів та привідних зірочок, тягове кріплення та направляючі, пластини, що відбиваються на передній і задній вантажні осі, на яких встановлені катки, що котяться при русі пластин. Катки котяться по довгостроковому швелерному направляючому, що орієнтується на опорні бічні стійки. Пластини мають високі борти. Лінійні секції мають кровлю і борта в верхній частині, що дозволяє виділяти внутрішній простір. Підвищується продуктивність транспортера.</p>
2	Пластинчатий транспортер	<p>№ 2320525</p> <p>11.09.2006</p> <p>(72) Автор(ы): Тарасов Юрий Дмитриевич (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)</p> <p>(51) МПК B65G17/06 (2006.01) B65G23/14 (2006.01)</p>	<p>Транспортер містить пластинчасту стрічку, що складається з настилу, прикріпленого до двох тяговим ланцюгах з ходовими катками з можливістю їх пересування по напрямних, закріплених на стійках, на яких між вантажонесучою і неробочий гілками пластинчастої стрічки розміщені проміжні приводи. Винахід дозволяє забезпечити підвищення надійності роботи багатопривідного пластинчатого конвеєра.</p>

Продовження Додатку В

3	Пластинчатий транспортёр	<p>№ 1701610</p> <p>30.12.1991.</p> <p>(71) Заявитель(и):</p> <p>Открытое акционерное общество "Электростальский завод тяжелого машиностроения"</p> <p>(72) Автор(ы): Ермолин Ю.К., Шед В.И., Чирков С.Г., Никитин А.С., Вольшонов З.С.</p> <p>(73) Патентообладатель(и):</p> <p>Открытое акционерное общество "Электростальский завод тяжелого машиностроения"</p> <p>(51) МПК 7</p> <p>B65G17/06</p>	<p>Винахід відноситься до транспортёрів з нескінченними тягнучими елементами, а точніше до пластинчастих транспортёрів призначених для роботи в умовах відкритих гірничих копалин. Пластинчатий транспортёр складається з рами, встановленої на ній приводний та холостий вали, верхні та нижні опорні ролики та вертикально замкнуте вантажо-несуче полотно з шарнірно-з'єднаних пласти, котрі опираються на ролики. Верхні опорні ролики встановлені під крайніми вузлами з'єднання кожної пари пластин. Відношення між верхніми опорними роликами до діаметру ролика дорівнює 2,2 – 2,4, а відношення кроку між верхніми опорними роликами до кроку між нижніми опорними роликами дорівнює 0,3 - 0,5. Підвищується строк служби та надійність роботи транспортёру.</p>
4	Пластинчатий транспортёр	<p>№ 4930622</p> <p>05.06.1990.</p> <p>(72) Автор(ы): ИЛЛЕДИЦ Томас (АТ), КРЕЙТЕР Лукас (АТ)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): ИНВЕНЦИО АГ (СН)</p> <p>(51) МПК B66B 21/02 (2006.01)</p>	<p>На пластинах встановлені ролики оснащенні шарикопідшипниками, котрі котяться при русі пластин. Вага вантажу, котрий знаходиться на пластинах та вага самої стрічки транспортёра з пластинами, повністю передається через ролики на направляючі по котрим рухаються пластини. Впровадження такої конструкції пластин дозволяє суттєво зменшити тертя між пластиною та несучими направляючими, зменшує енергоємність транспортёра, забезпечує можливість транспортування вантажів на великі відстані.</p>

Продовження Додатку В

5	Пластинчатий транспортёр	<p>№ 2384508</p> <p>26.12.2007</p> <p>(72) Автор(ы): БОЙТХЕР Херберт (DE), КАЛЬБФЛЯЙШ Вольфганг (DE), НОЕ Андреас (DE)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): БВГ БЕРГВЕРК-УНД ВАЛЬЦВЕРК- МАШИНЕНБАУ ГМБХ (DE)</p> <p>(51) МПК B65G 25/02 (2006.01)</p>	<p>Винахід відноситься до транспортёрів з крокуючими балками. Ходовий привід виконаний у вигляді двоциліндрового приводу з рухомими за допомогою першого ходового циліндра другим ходовим циліндром. Забезпечується проста, міцна і універсальна конструкція транспортёра</p>
6	Розливний автомат	<p>№ 2312058</p> <p>10.12.2007</p> <p>(72) Автор(ы): КАРХАФФ Питер (US), ДИКИНСОН Едвард Л. (US), ХАРВЕЙ Ендрю К. (US), КОЛВЕК Едвард М. (US)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): СОСЬЕТЕ ДЕ ПРОДЮИ НЕСТЛЕ С.А. (CH)</p> <p>(51) МПК B67D 1/07 (2006.01)</p>	<p>Пристрій включає корпус, забезпечений внутрішнім каналом, який має перший кінець, до якого приєднується розливне сопло, і другий кінець, який призначається для під'єднання до нього впускного трубопроводу для рідини. Винаходом забезпечується ефективна промивка і очистка розливного сопла.</p>

Продовження Додатку В

7	Розливний автомат	<p>№ 2472415</p> <p>20.01.2013</p> <p>(72) Автор(ы): БРЕЗОВНИК Петер (SI), ПАВЛОВИЧ Хенрик (SI), СЕДОВСЕК Александер (SI), ЗИБРЕТ Игорь (SI)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): КРАФТ ФУДЗ Ар ЭНД Ди, ИНК. (US)</p> <p>(51) МПК A47J 31/36 (2006.01)</p>	<p>Пристрій відноситься до автоматів для порційного приготування і розливу напоїв. Розливний автомат містить приймальний пристрій для капсул з основою напою, в якому є проколюючий пристрій для підведення гарячої води і проколюючий пристрій для відводу напою при приготуванні і розливі напою. При цьому проколюючі пристрою розташовані на загальному тримачі з одного і того ж боку вставленої капсули. У кожного проколюючого пристрою є ущільнення для гідравлічної герметизації щодо капсули. Це дозволяє виробляти проколи капсул без забруднення внутрішнього простору приймального пристрою, що значно збільшує інтервали між чистками, а скорочена до мінімуму кількість деталей полегшує їх.</p>
8	Закупорюючий пристрій для пляшки з рідиною	<p>№ 81166</p> <p>10.03.2009</p> <p>(72) Автор(ы): Заець Володымыр Володымырович (UA), Проскурня Иван Мыколайовыч (UA)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Заець Володымыр Володымырович (UA), Проскурня Иван Мыколайовыч (UA)</p> <p>(51) МПК B65D 39/00 (2006.01)</p>	<p>Корисна модель відноситься до закупорюючих пристроїв для пляшок з рідиною. В закупорюючому пристрої для пляшки з рідиною, що містить металевий корпус, на якому виконані шліци, кільцеву підкачки і розрізи, виконані по колу через певні проміжки часу, всередині металевого корпусу розміщена кришка, на якій зовні по колу виконані вертикальні ребра жорсткості, які взаємодіють з шліцами, за допомогою яких закріплена кришка від провертання, а всередині кришки виконаний кільцевий ущільнювальний виступ, конічна пружна вставка, що має вхідний і вихідний отвори, вертикальні ребра, внутрішні і зовнішні кільця ущільнювачів. Розширюються технологічні можливості за рахунок виконання додаткових засобів герметичності, надійності і зручності в експлуатації, за унеможливленням виникнення пилу і підливання рідини.</p>

Продовження Додатку В

9	Клапан регулювання тиску для розливних апаратів для напоїв з витісненням тиском	<p>№ 2582947</p> <p>16.12.2010</p> <p>(72) Автор(ы): ПИРСМАН Даниель (BE), ВАНДЕКЕРКХОВЕ Стийн (BE)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): АБ ИНБЕВ НВ (BE)</p> <p>(51) МПК G05D 16/06 (2006.01)</p>	<p>Винахід відноситься до області розливних пристроїв для рідин, зокрема до розливним апаратів для напоїв з витісненням тиску. Клапан регулювання тиску, призначений для регулювання тиску, під яким стиснутий газ-витіснювач подається в ємність, що містить рідину, для витіснення зазначеної рідини з ємності. Винахід забезпечує непроникність для текучого середовища між двома камерами. з'єднання між першою і другою полімерними оболонками досить міцне, щоб витримувати тиску, що переважають в будь-якій камері</p>
10	Дифузійний апарат для розливних автоматів	<p>№ 2181339</p> <p>20.04.2002</p> <p>(71) Заявитель(и): ЧЕЛЛИ С.П.А. (IT)</p> <p>(72) Автор(ы): КАСТАЛДИ Бруно (IT)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): ЧЕЛЛИ С.П.А. (IT)</p> <p>(51) МПК B67D 5/56 (2000.01) B67C 3/02 (2000.01)</p>	<p>Винахід призначений для розливних автоматів для напоїв, що мають групи подаючих елементів, оснащених кранами для подальшого змішування, приєднаними, щонайменше, до двох магістралей для загальної подачі відповідних компонентів напою. Клапан має вихідну секцію, приєднаної до крану для подальшого змішування, і, щонайменше, дві вхідні секції, які передбачені для прийому відповідних компонентів напою, які підлягають вибіркового напрямку в вихідну секцію. Два трубчастих елемента, розгалужених, щонайменше, на три канали і відповідно мають перші відводи, приєднані до відповідної прямого трубопроводу. Другі відводи, відгалужені від перших відводів, приєднані до вхідних секції клапана таким чином, щоб забезпечити можливість направлення в неї потоку компонентів напою, отриманих з відповідних живлячих магістралей. Пристрій дозволяє забезпечувати подачу охолоджених напоїв при оптимальних температурах.</p>

ТАБЛИЦЯ ІДЕНТИФІКАТОРІВ, БЛОК СХЕМА АЛГОРИТМУ ПРОГРАМИ, ТЕКСТ ПРОГРАМИ І РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРОГРАМИ

Таблиця Г.1 Таблиця ідентифікаторів

Позначення за текстом	Позначення у програмі	Значення	Розмірність	Значення у Fortran
P_1	P1	20	Н	20.
P_2	P2	5	Н	5.
P_3	P3	170	Н	170.
n_1	an1	1	-	1.
n_2	an2	2	-	2.
n_3	an3	2	-	2.
d_{\min}	dmin	0,025	м	.025
d_{\max}	dmax	0,04	м	.04
$g_{\text{пл}}$	gpl	5	Н	5.
g_p	gr	5	Н	5.
g_c	gc	30	Н	30.
P	P	0,2	МПа	.2
P_c	Pts	0,2	МПа	.2
$G_{\text{р.п.}}$	Grp	-	Н	-
$g_{\text{ст}}$	gst1	-	Н	-
$G_{\text{ст}}$	Gst2	-	Н	-
Q_{\min}	Qmin	-	Н	-
Q_{\max}	Qmax	-	Н	-
S	S	-	м	-
F	F	-	Н	-
$S_{\text{п}}$	Sp	-	м	-
$F_{\text{ц}}$	Fts	-	Н	-

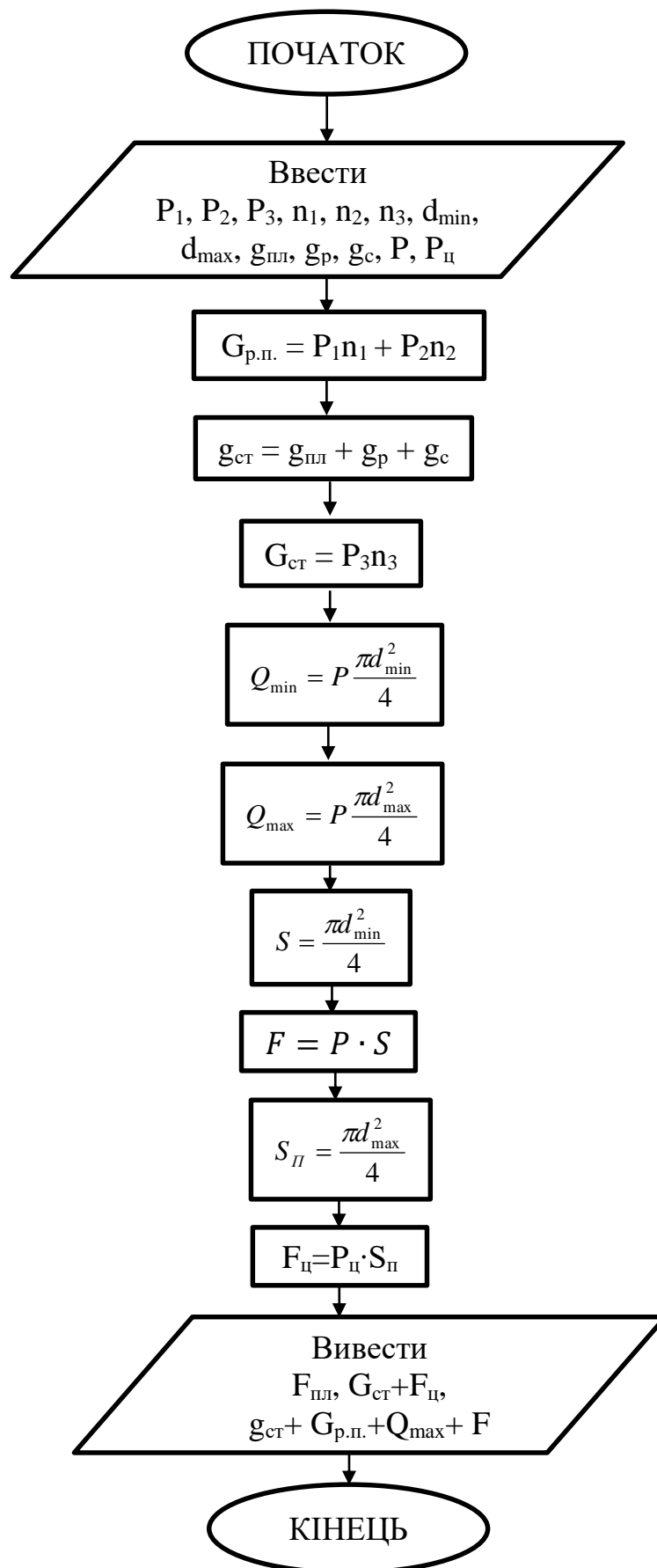


Рис. Г.1 Блок-схема алгоритму програми

ТЕКСТ ПРОГРАМИ

```
Program smirnov
implicit none
real P1,P2,P3,an1,an2,an3,dmin,dmax,gpl,gr,gc,P,Pts
real Grp,gst1,Gst2,Qmin,Qmax,S,F,Sp,Fts
data P1,P2,P3,an1,an2,an3/20.,5.,170.,1.,2.,2./
data dmin,dmax,gpl,gr,gc,P,Pts/.025.,04,5.,5.,30.,2.,2/
  Grp=P1*an1+P2*an2
  gst1=gpl+gr+gc
  Gst2=P3*an3
  Qmin=P*1000000*3.14*dmin*dmin/4.
  Qmax=P*1000000*3.14*dmax*dmax/4.
  S=3.14*dmin*dmin/4.
  F=P*1000000*S
  Sp=3.14*dmax*dmax/4.
  Fts=Pts*100000*Sp
write(*,*)'Grp=',Grp,' H'
write(*,*)'gst=',gst1,' H'
write(*,*)'Gst=',Gst2,' H'
write(*,*)'Qmin=',Qmin,' H'
write(*,*)'Qmax=',Qmax,' H'
write(*,*)'S=',S,' H'
write(*,*)'F=',F,' H'
write(*,*)'Sp=',Sp,' H'
write(*,*)'Fts=',Fts,' H'
stop
end program smirnov
```

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРОГРАМИ

Grp= 30.000000 H
gst= 40.000000 H
Gst= 340.00000 H
Qmin= 98.125008 H
Qmax= 251.20000 H
S= 4.90625040E-04 H
F= 98.125008 H
Sp= 1.25600002E-03 H
Fts= 251.20001 H

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Академія наук вищої освіти України
Академія будівництва України

**ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ
VIII Всеукраїнської
науково-практичної конференції**

**ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ ТА ПАКУВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ**

Київ, 13-14 грудня 2018 року

ЗМІСТ

Стор.

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лосєв Є О., Щербина В.Ю. Моделювання роботи бігунів сухого помелу з модернізацією котка	5
Калитенко С.Ю., Щербина В.Ю. Розрахунок рухомої шочи дробарки зі складним качанням.....	8
Калитенко С.Ю., Щербина В.Ю. Можливості модернізації рухомої шочи дробарки зі складним качанням.....	10
Костюченко Е.В., Романько С.М., Лукашев В.К. Взаємодія фаз при стіканні плівки рідини в умовах випаровування в потік нейтрального газу.....	12
Цейтлін М.А., Райко В.Ф., Катенін В.Д. Кінетика осадження кристалів хлориду натрію в рідинах, що містять аміак та карбонати амонію.....	15
Витвицький В.М., Бардашевський С.В., Мікульонік І.О., Сокольський О.Л. Конструктивні особливості пристроїв для проведення експериментальних досліджень триботехнічних властивостей сипких матеріалів.....	18
Безкорвайний С.С. Ультразвуковий прилад вимірювання відстані.....	21

СЕКЦІЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ

Остапенко О. П., Попрощкий Я. С., Кохан В. О. Аналіз енерго-еколого-економічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками з використанням теплоти систем оборотного водопостачання.....	22
Остапенко О. П., Портнов В. М. Аналіз енергоекономічної ефективності системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою на теплоті поверхневих вод.....	25
Руденко І.П., Нечухрін О.В., Сердюк О.О., Ткачук В.М., Трус І.М. Маловідходні технології знесолоння мінералізованих вод.....	28
Радовенчик Я.В., Трус І.М., Галиш В.В., Мігранова В.О. Перспективи застосування сорбентів з природної сировини для очищення води від іонів важких металів.....	30
Маслянка К.С., Трус І.М. Класифікація функцій державного управління у сфері природокористування і охорони довкілля.....	31
Гуцало О.О. Вимірювальна система пожежної сигналізації.....	32

СЕКЦІЯ МАШИНИ І ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ

Воляник М.О. Проектування вузла пневмоцилідра з напрямними та базовою плитою автомату розливу в'язких продуктів.....	33
Демиденко Д.В. Проектування шестерінчастого насоса в корпусі автомату розливу в'язких продуктів.....	34
Гур'єва А.О. Розробка конструкції вузла дозування дозувального напівавтомату типу «big-bag» з використанням інструментів комп'ютерного інжинірингу.....	36
Короленко К. О. Розробка конструкції вузла несучого каркасу дозувального напівавтомату типу «BIG-BAG» з використанням інструментів комп'ютерного інжинірингу.....	37
Шилович Т.Б., Білоброва Є.В. Пакувальні матеріали, що біорозкладаються.....	38
Белов І.В., Шилович Т.Б. Удосконалення конструкції стрічки стрічкового конвеєра.....	40
Шилович Т.Б., Шапіро А.О. Сучасні тенденції дизайну упаковки та їх сприйняття споживачем.....	41
Смірнов Д.Є., Коваленко І.В. Підвищення точності дозування рідин розливного автомату шляхом удосконалення конструкції.....	42

Список використаної літератури:

1. Горчакова А. сучасні тенденції в дизайні упаковки [Електронний ресурс] / Антоніна Горчакова – Режим доступу до ресурсу: <http://www.advertology.ru/article127435.htm>
2. Петрусяк М. Тренди в дизайні упаковки [Електронний ресурс] / Михайло Петрусяк. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://reklamaster.com/marketing-and-advertising/5-trendov-v-dizajne-upakovki-2017-goda-kotoryh-ne-suschestvuet/>
3. Токар Н. 10 тенденцій в дизайні упаковки [Електронний ресурс] / Назар Токар. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://tokar.ua/read/233>
4. Демчина М. Використання полімерів [Електронний ресурс] / Марія Демчина. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/239769-vykorystannia-polimeriv-u-pobuti>
5. Великоречин О. Мінімалізм в упаковці [Електронний ресурс] / Олександр Великоречин. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://losko.ru/essen-international-tangent-gc/>
6. Белан К. Тенденції в дизайні [Електронний ресурс] / Катерина Белан // 2009 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.upakovano.ru/articles/1954>.

УДК 621.6

**Підвищення точності дозування рідин розливного автомату
шляхом удосконалення конструкції**

Смірнов Д.Є., студ., Коваленко І.В., к.т.н., доц. каф. ХПСМ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Пропонується конструкція розливного автомату, до якого було приєднано штампувальну голівку, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок, що дозволяє зупинити випаровування рідини, внаслідок підвищується точність дозування рідин.

Розливний автомат використовується для розливу токсичних та летучих рідин, таких як етилового та метилового спирту, розчинників, засобів для зняття старої фарби у скляні пляшки з прозорого та тонованого скла.

Даний автомат призначений для скляних пляшок об'ємом від 0,25 л до 0,5 л, висотою від 0,15 м до 0,3 м. Завдяки цьому забезпечується продуктивність автомату до 3000 пл/год. Такі автомати знаходять широке використання в хімічній промисловості [1], [2].

Недоліком розливного автомату є зниження точності дозування. Це пов'язано з тим, що після розливу рідини у пляшку горличко не закупорюється одразу, а переміщується 20-25 секунд до закупорювального автомату. За цей час рідина випаровується і знижується точність дозування рідини.

Пропонується конструкція розливного автомату у якого усунення вказаних вище недоліків досягається за рахунок того, що до розливного автомату було приєднано штампувальну голівку, котра в середину горличка пляшки заштамповує поліетиленовий ковпачок [3]. Повздовжній переріз розливного автомату з приєднанням штампувальної голівки показано на рисунку 1.

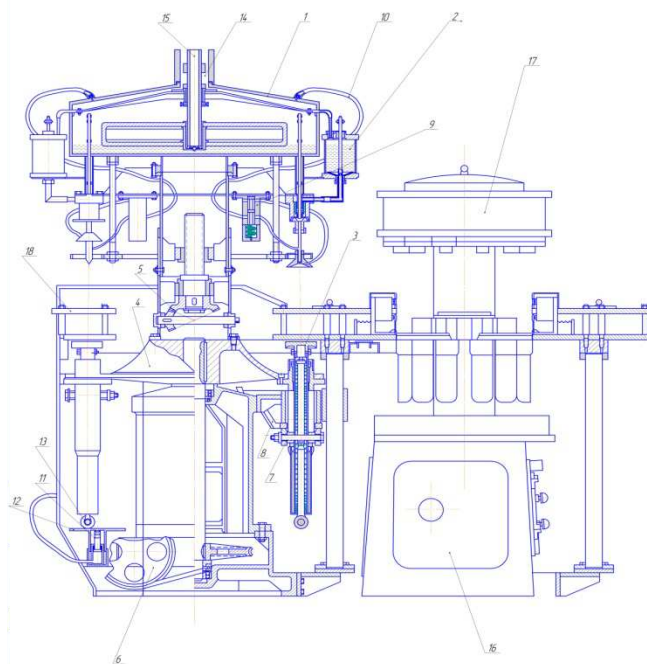


Рис.1. Повздовжній переріз розливного автомату з приєднанням штампувальної голівки

Пляшки проходять через крокомір, який виключає не рівність подачі пляшок, потрапляють на проміжний столик, звідки пляшки зіштовхуються штовхачем на підйомні столики 3. Під дією пружин при накочуванні роликів на підйомну частину копію столики з пляшками піднімаються до дозувальних приборів. Пляшки піднімаючись до дзвіночків центруються ними і продовжує рух вгору. Як тільки дзвіночок упирається у траверсу 16 від тиску пляшки траверса зі штоками 13 і коромислом 8 починає підніматись, стискаючи пружини 14 і звільнюючи від затиску трубку 10. Під дією пружини 15 трубка 10 та зв'язаний з нею стакан 23 теж піднімаються, гумовий клапан 6 щільно підходить до поверхні втулки 24 і вихід рідини з витратного резервуару зупиняється. При подальшому підйомі коромисло 8 впирається в кільце 1 та піднімає стрижень 9 з клапаном 25 і рідина з дозуючого прибору через трубку 27 переливається в пляшку. Повітря з пляшки виходить крізь бокові отвори в стінках дзвіночка.

Запропоноване удосконалення розливного автомату з приєднанням штампувальної голівки дозволяє зупинити випаровування рідини та вплив їх на людей та оточуюче середовище. Відкрита пляшка у відчиненому стані перебуває не 20 – 25 секунд, як при попередньому розміщенні штампувальної голівки, а 5 – 6 секунд. Використання цих методів сприяє підвищенню точності дозування рідин.

Література

1. Жуков П.І. Розливний автомат. Руководство по уходу и обслуживанию: навч.посіб: / П.І. Жуков. – М.: Союзпродформление, 1955. – 11 с.
2. Харитонов Н.Ф. Автоматы и поточные линии разлива вин: навч.посіб: / Н.Ф. Харитонов, Д.А. Ярмолинский. – М.: Машиностроение, 1967. – 59с.
3. Закупоривающее устройство для бутылки с жидкостью. [Текст]: Патент № 81166 U1 Російська Федерація, МПК B65D39/00 / В.В. Заєць, І.М. Проскурня. – Опубл. 10.03.2009, Бюл №7. – 3 с.